5.A.17

HANDBUC

DER

PHYSIOLOGISCHEN CHEMIE

MIT RÜCKSICHT AUF

PATHOLOGISCHE CHEMIE

UND

ANALYTISCHE METHODEN

VON

DR. CARL FOLWARCZNY,

kaiserl. königl. Oberarzt und Docenten der physiologischen und pathologischen Chemie an der Universität zu Wien.

Mit vier Tabellen.

WIEN.

VERLAG VON SALLMAYER & COMP.

1863.

10815

ROBERT BUNSEN

in dankbarer Verehrung

zugeeignet.

VORWORT.

In vorliegender Schrift ist der Versuch gewagt mit einer allgemeinen Bearbeitung der Physiopatochemie die Angabe der wesentlichsten und bewährtesten Methoden der zoochemischen Analyse zu verknüpfen und im Anhang die Lehre von der thierischen Wärme und der Wahl der Nahrungsmittel zu berücksichtigen.

Die Absicht des Autors war es einerseits, die bisher in Wort und Schrift veröffentlichten medizinisch-chemischen Thatsachen und Anschauungen sorgfältig zu sichten und sodann zu benützen, anderseits dies in einer klaren und bündigen Sprache durchzuführen, welche ohne unwissenschaftlich genannt zu werden, doch allgemein verständlich sei und nur die einfachsten chemischen Vorkenntnisse erfordere.

Es sind zuvörderst die Vorträge und Lehrbücher Scherer's, Lehmann's, v. Gorup-Besanez's, Brücke's, nebstbei aber auch die Arbeiten vieler anderer ausgezeichneter Fachmänner wiederholt und umfassend benützt worden.

Eine Illustration des Werkchens mit Abbildungen chemischer Geräthschaften und mikroscopischer Befunde wurde als eine nicht zu rechtfertigende Vertheuerung desselben umsomehr vermieden,

als der Verfasser der Ansicht ist, dass man den Gebrauch solcher Apparate nur aus eigener Anschauung und Arbeit in Laboratorien kennen und verwerthen lernt. Zudem enthalten die Werke von Fresenius, Mohr, Neubauer und Vogl, sowie die Atlanten von Robin und Verdeuil, Funke u. s. w. alle jene Abbildungen, die dem Fachchemiker allenfalls von Interesse sein dürften.

Die Angabe der Literatur wurde, einem Handbuch entsprechend, auf die bedeutenderen Publikationen beschränkt.

Die Wiederholungen einzelner wichtiger Sätze und die vielleicht zu pragmatische Kürze in der Methodologie mögen ihre Entschuldigung in der vorzugsweise practischen Tendenz der Schrift finden.

Wenn es diesen Blättern gelingt, der Ueberzeugung von dem unläugbaren Nutzen der physiopathochemischen Forschung für die Theorie und Praxis der Heilkunde in medicinischen Kreisen neue Anhänger zu gewinnen, so haben sie ihre Bestimmung erfüllt und der Verfasser ist für Mühe und Zeit, welche er dieser Arbeit widmete, reich entschädigt.

Wien, Ostern 1863.

Dr. **Folwarczny.**

INHALT.

Seite

Vorwort V
Einleitung 1

Allgemeine Physio-Pathochemie.

Anorganische Bestandtheile des Thierkörpers.

I. Wasser 7
Bestimmung des Wassergehaltes 8
Zusammensetzung des Wassers 12
Einfuhr, Ausfuhr und Bedeutung des Wassers 14
II. Gase 17
A. Freie Gase 19
B. Absorbirte Gase 20
III. Salze 25
Phosphorsaurer Kalk 31
Phosphorsaure Bittererde 34
Fluorcalcium 34
Kohlensaurer Kalk 34
Kohlensaure Bittererde 35
Chlornatrium, Chlorkalium 36
Kohlensaures Natron 40
Phosphorsaure Alkalien 41
Eisenverbindungen 42
Schwefelsaure Verbindungen 43
Mangan 44
Kupfer 44
Blei, Quecksilber 44

Organische Bestandtheile des Thierkörpers.

I. Gewebsbildner 47
A. Eiweisskörper 47
Pflanzliche Albuminate 48
Thierische Albuminate 50
Albumin 53
Fibrin 56
Syntonin 60
Caseïn 61
B. Abkömmlinge der Eiweisskörper 62
Glutin 62
Chondrin 63
Pyin 64
Mucin 64
Keratin 64

Seite

Ptyalin 65
Peptone 65
Pepsin 66
C. Fette 68
Thierische Fette 70
Cerebrinsäure 74
Oleophosphorsäure 75
Cholesterin 75
II. Producte der Rückbildung 76
A. Producte der Rückbildung im weiteren Sinne . . . 76
1. Gallensäuren 76
2. Thierische Farbstoffe 81
a. Farbstoffe des Blutes 81
b. Farbstoffe der Galle 86
c. Farbstoffe des Harnes 90
3. Zuckerarten und verwandte Körper 92
Rohrzucker 93
Traubenzucker 93
Fruchtzucker 101
Milchzucker 101
Amylum 101
Dextrin 102
Inulin, Lichenin, Paramylum 102
Gummi 103
Cellulose 103
Inosit, Phaseomannit 104
B. Producte der eigentlichen regressiven Metamorphose 104
Stickstoffhaltige Mauserstoffe 105
a. Stickstoffhaltige, amidartige Körper 105
Leucin 105
Tyrosin 106
Guanin 107
Hypoxanthin 108
Xanthin 108
Kreatin, Kreatinin 109
Cystin 110
Allantoin 110
Harnstoff 111
b. Stickstoffhaltige Säuren 116
Harnsäure 116
Hippursäure 118
Stickstofffreie Säuren 120
Ameisensäure 121
Essigsäure 122
Propionsäure 123
Buttersäure 123
Valeriansäure 124
Benzoësäure 124
Milchsäure 124
Bernsteinsäure 129
Oxalsäure 131

Spezielle Physio-Pathochemie.

Allgemeine Operationen, Apparate und Methoden.

Seite
I. Allgemeine Operationen 135
1. Auflösen, Extrahiren 135
2. Krystallisation, Fällung, Filtration, Decantation . . 137
3. Abdampfen, Trocknen 137
4. Gewichtsbestimmung 138
5. Massanalyse 139
6. Bestimmung des specifischen Gewichtes 140
II. Reagentien 140
III. Apparate 142
IV. Voruntersuchung 144
Prüfung auf die organische oder anorganische Natur des Körpers 144
Prüfung auf Stickstoff 145
Prüfung auf Schwefel 146
Prüfung auf Phosphor 147
V. Allgemeine Methoden der Analyse 148
1. Allgemeine Methode zur Analyse von Flüssigkeiten . 148
2 Allg. Methode zur Analyse festweicher Gewebe u. s w. 152
3. Allg. Methode zur Analyse fester Substanzen . . . 157
4. Allg. Methode zur Aschenanalyse 158
5. Spectralanalyse 161
6. Dialyse 164
7. Gasanalyse 167

Untersuchung des Harns.

Qualitative Analyse des Harns 171
1. Physikalische Eigenschaften 171
2. Prüfung auf Normalstoffe 171
3. Prüfung auf abnorme Stoffe 174
Quantitative Analyse des Harns 177
Bestimmung des Wassers 177
Bestimmung der Reaction 178
Bestimmung des Sediments 178
Bestimmung der Normalstoffe 178
Bestimmung der abnormen Stoffe 189
Semiotik der Harnbestandtheile 193
Semiotik der physikalischen Eigenschaften 194
Semiotik der normalen anorganischen Harnbestandtheile 197
Semiotik der normalen organischen Harnbestandtheile . 199
Semiotik der abnormen Harnbestandtheile 201
Harnsedimente 204
Harnsteine 207
Untersuchung der Harnsteine 208
Quantitative Harnsteinanalyse 210
Harnbereitung 210
Uebergang fremder Stoffe in den Harn 212
Ausscheidungsgrösse der einzelnen Harnbestandtheile 222

Untersuchung des Blutes. Seite
Verhalten und Bestandtheile des Blutes 224
Qualitative Analyse des Blutes 227
Qualitative Analyse des Blutserums und verwandter Flüssigkeiten 227
Untersuchung der unveränderten Flüssigkeit . . . 228
Untersuchung des Alcoholextractes 229
Untersuchung des Wasserextractes 231
Quantitative Analyse des Blutes 232
Methode Hoppe's 233
Methode C. Schmidt's 234
Methode Scherer's 237
Analyse des Serums 238
Analyse des Gesammtblutes 239
Berechnung 241
Blutanalysen in Bezug auf Alter, Geschlecht und Ernährung 245
Blutanalysen in Bezug auf pathologische Processe . . . 246
Gerichtliche Chemie des Blutes 248

Untersuchung der Milch.
Chemie der Milch 253
Qualitative Analyse 256
Quantitative Analyse 257
Untersuchung des Chylus 265
„ **der Lymphe** 266
„ **der serösen Flüssigkeiten** . . 269
„ **des Eiters** 273
Schweiss 275
Samen 277
Schleim 278
Sputa 280

Untersuchung der Verdauungssäfte.
Speichel 282
Magensaft 285
Pancreassaft 289
Darmsaft 290
Galle 291
Gallensteine 295
Erbrochenes 297
Darminhalt der Excremente 299

Untersuchung von thierischen Geweben.
Analyse festweicher und weicher Gewebe 301
Analyse der Knochen 303
Thierische Wärme 307

Ernährung.
Einnahmen 315
Assimilation 324
Ausgaben 329
Statik des Stoffwechsels 330
Wahl der Nahrungsmittel 332
Im gesunden Zustand 333
Im kranken Zustand 336

SACH-REGISTER.

Seite

A.

Abdampfen 137
Abkömmlinge *der Eiweisskörper* 62
Adipocire 71
Allantoin 110, 116
Albumin 53
im Blut 54
im Harn . . . 154, 189, 201
Albuminate *pflanzliche* . 48
thierische 51
Albuminkalk 32
Alkalien *kohlensaure* . . 40
phosphorsaure 41
schwefelsaure 43
Ameisensäure 121
Ammoniak *kohlensaur.* 176, 225
harnsaures 117, 174
Ammoniak-Magnesia phosphorsaure . 34, 172, 300
Amyloide Substanz . . . 68
Amylum 101
Anorgan. Bestandtheile . 7
in verschiedenen Altersstufen 27
Antimon *im Harn* . . . 215
Apparate 142
Araeometer 11
Arsen *im Harn* 213
Assimilation 324
Auflösen 135
Aufsaugung 327
Ausgaben des Thierkörpers 329

B.

Benzoësäure 124
Bernsteinsäure 129
Bilifulvin 89
Bilifuscin 89
Biliphaëin 87
Bittererde *kohlensaure* . 35
phosphorsaure 34
Blei 44
im Harn 216
Blut 224
Chemische Bestandtheile 224
Formbestandtheile . . . 224
gerichtliche Chemie . . . 248
Gerinnung 59, 225
Kuchen 225
Pathologisches 247
Plasma 225
qualitative Analyse . . 227
quantitative . . . 232, 239
Buttersäure 123

C.

Caseïn 61
Cellulose 103
Cerebrinsäure 74
Cerebrospinalflüssigkeit . 270
Chinin *im Harn* 221

Seite

Chlorkalium 36
Chlornatrium 36
im Harn . . . 171, 178, 197
Chlorwasserstoffsäure 35, 286
Cholepyerhin 87
Cholesterin 75
Chondrin 63
Chondroiten 279
Chylus 265
Chymus 325
Collodium 103
Colloid 279
Colloidsubstanzen 165
Collostrum 253
Cystin 110

D.

Darmgase 326
Darminhalt 299
Darmsaft 290
Darmsteine 301
Decantation 137
Dextrin 102
Dialyse 164
Diastase 49, 102
Dyspepton 288

E.

Einäscherung 27, 158
Einnahmen 315
Eisen 42
Eiter 273
Analyse 274
Eiweisskörper 47
Emulsin 49
Erbrochenes 297
Ernährung 315
Essigsäure 122
Excremente 299
Extrahiren 135

F.

Fällung 137
Farbstoffe *im Blut* . . . 81
Galle 86
Harn 90
Festweiche Gewebe *Analyse* 152, 301
Fette 68
Bildung der 71
thierische 70
Fibrin 56
Filtration 137
Fluorcalcium 34
Fruchtwasser 270
Fruchtzucker 100

G.

Galaktometer 263
Galle 291
krystallisirte 77
Analyse 292
Gallensäuren 76
Bildung 79

Seite

Nachweis 77
im Harn 175
im Blut 230
Gallensteine 295
Analyse 296
Gase 17
absorbirte 21
Analyse 167
des Blutes 20
des Harns 22
der Respiration 22
freie 19
Gerinnung *des Blutes* . . 225
Milch 255
Gewebsbildner 47
Gewichtsbestimmung . . 138
Gliadin 48
Globulin 56
Glucose 100
Glutin 62
Glyceride 69
Glycocholsäure 77
Glycogen 94
Guanin 107
Gummi 103

H.

Haematin 81
im Harn 176
Proben 249
Haematokrystallin . . 56, 84
Haematoglobulin . . . 56, 82
Haematoidin 85, 87
Haeminkrystalle . . 84, 250
Harn 169
allgemeine Eigenschaften 169
Analyse qualitative . . . 171
der Normalstoffe . . . 171
der abnormen Stoffe . . 174
Analyse quantitative . . 177
der Normalstoffe 178
der abnormen Stoffe . . 189
Bestandtheile 170
Semiotik der Bestandtheile 193
Gährung 210
Uebergang fremder Stoffe 212
Harnbereitung 210
Harnsäure . . . 116, 173, 188
Harnsedimente 204
Analyse 208
Harnsteine 208
Analyse 208
Harnstoff 111
Harnzucker, *siehe Traubenzucker.*
Hématosine 81
Hepatin 94
Hippursäure 118
Hydropsflüssigkeiten . . 271
Hypoxanthin 107
Humor aqueus 270

I.

Inosit 104

Seite

Inulin 102
Jodalkali im Harn . . . 218

K.

Kalialbuminat *Lieberkühn's* 53
Kali *kohlensaures* . . . 40
phosphorsaures . . . 41
schwefelsaures . . . 43
Kalk *kohlensaurer* . . . 34
oxalsaurer 130
phosphorsaurer . . . 31
Keratin 64
Knochen *Analyse der* . 303
Kohlensäuregas 19
Kostmass 318
Kreatin 109
Kreatinin 109
Krystallisation 137
Krystalloidsubstanzen . 165
Kupfer 44
im Harn 215

L.

Lactoscop 262
Leucin 105. 176
Lichenin 102
Löslichkeitsverhältnisse
der Körper im Wasser 16
Luft 22
Analyse 22
Lymphe 266

M.

Magensaft 285
Wirkung 324
Mangan 44
Massanalyse 139
Mekonium 300
Mekonsäure *im Harn* . 221
Melanin 86
Metapepton 287
Metalbumin 54
Metaphosphorsäure . . 31
Methode *allgem. der Untersuchung von Aschen* . 158
von Flüssigkeiten . . 148
Festweichen Geweben und parenchymatösen Flüssigkeiten 152
festen Substanzen . . 157
Milch 253
Chemie der Milch . . 253
Analyse 256
pathologische . 261, 264
Verfälschung 262
Milchsäure 135
Milchzucker 100
Molke 253
Morphium *im Harn* . . 221
Mucin 64

N.

Nahrungsmittel 315
Stoffe 315
Bedürfniss 316
Werth derselben . . . 317
Natron *kohlensaures* . . 40
harnsaures 117

Seite

phosphorsaures . . . 41
schwefelsaures . . . 43
Natronkalk 145

O.

Oedema 271
Oleosphosphorsäure . . . 75
Organische Thierstoffe . 45
Oxalsäure 130

P.

Pancreassaft 289
Pancreatin 54
Paralbumin 54
Paramylum 102
Parapeptone 66
Parasyntonin 61
Peptone 65, 287
Pepsin 66
Pflanzencaseïn 49
Pflanzeneiweiss . . . 48
Pflanzenfibrin 48
Pflanzenkleber 48
Pflanzenleim 48
Phaseomannit 104
Phosphor *Prüfung auf* . 147
Phosphorsäure 31
im Harn . . . 172, 181
Picnometer 10
Pipette 139
Propionsäure 123
Proteinate 47
Ptyalin 65, 283
Pyin 64

Q.

Quecksilber 44
im Harn 217

R.

Reagentien 140
Rohrzucker 93

S.

Salzsäure, *siehe Chlorwasserstoffsäure.*
Samen 277
gerichtlicher Nachweis . 277
Sarkin 107
Sarkosin 110
Sauerstoffgas 19
Schiessbaumwolle . . . 103
Schleim 278
Schleimsäure 101
Schleimsteine 279
Schwefel *Prüfung auf* . 146
Schwefelwasserstoffgas . 19
Schweiss 275
Analyse 276
Serum *des Blutes, Analyse* 227, 238
Serumcaseïn 55
Seröse Flüssigkeiten 269, 272
Specifische Gewichtsbestimmung 140
Spectralanalyse . . . 161
Speichel 282
Analyse 284

Seite

Wirkung 324
Speichelsteine 285
Sputa 280
Analyse 280, 281
Stärkmehl 101
Statik *des Stoffwechsels* 330
Stickstoff *Prüfung auf* . 145
Stickstoffgas 19
Syntonin 60

T.

Taurocholsäure 77
Titrirmethode 28
Transsudate *pathologische* 271
Traubenzucker 93
Nachweis 97
im Harn . . . 174, 190
Blut 229
Trocknen 137
Tyrosin 106
im Harn 176

U.

Urämie 116
Uroërythrin 91
Uroglaucin 91
im Harn 173
Urophaeïn 90
im Harn 172
Uroxanthin 90
im Harn 173
Urrhodin 91
im Harn 173

V.

Valeriansäure 124
Verdauung . . . 324, 326
Verdauungsflüssigkeit . 57
Voruntersuchung . . . 144

W.

Wahl *der Nahrungsmittel* 332
im gesunden Zustand . 333
im kranken Zustand . 336
in der Reconvalescenz . 324
Wärme *thierische* . . . 307
Abgabe 309
Einheit 307
Messung 313
Quelle 307
Vertheilung 311
Wasser 7
Analyse 13
Bestimmung des Gehaltes an 8
physiologische Bedeutung 14
Zusammenzetzung . . 12
Wasserstoffgas 19
Weiche Gewebe *Analyse der* 152, 301

X.

Xanthin 188

Z.

Zuckerarten 92
Zuckerproben 97
Zuckersäure 101

Einleitung.

Die physiologische Chemie ist jene Wissenschaft, welche uns die Mischungsverhältnisse der Substanzen des Thierleibes erkennen und deren Veränderungen im Stoffwechsel verfolgen lässt. Definition der physiologischen Chemie.

Vom Standpunkt der Physiologie aus betrachtet ist die physiologische Chemie Hilfswissenschaft; vom Standpunkt der reinen Chemie aus aber eine fast gänzlich gesonderte Disciplin, die ihr nur die Grundlage und die allgemeine Methode entlehnt. Beziehung zur Physiologie. Zur reinen Chemie.

Die Aufgaben der physiologischen Chemie sind, wie aus obiger Definition erhellt, gross und schwer zu lösen. Erst in den letzten Dezenien hat die organische Chemie jene wichtigen und überraschenden Fortschritte gemacht, die als Grundlagen physiologisch-chemischer Forschung dienten, und um so jünger ist die Gestaltung dieser sich freilich rasch mehrenden Beobachtungen und theilweise praktisch erhärteten Theoreme zu einer eigenen Wissenschaft. Aufgaben der physiologischen Chemie.

Der innerlichste organische Zusammenhang der Naturwissenschaften mit der praktischen Heilkunde, dieser vor Kurzem noch rein empirischen Wissenschaft, erklärt die grossen und gespannten Erwartungen, mit welcher die Aerzte die neue Aera organisch- und physiologisch-chemischer Forschung begrüssten. Wo die physikalische Exploration zu ungenügend oder auch unanwendbar erschien, sollte die chemische Analyse das Räthsel eines unter abnormen Bedingungen verlaufenden Stoffwechsels lösen. Mangelhafte Analysen sogenannt normaler thierischer Flüssigkeiten wurden mit noch mangelhafteren Analysen von Sekreten des erkrankten Organismus verglichen, und siehe da: es traten trotz aller Unvollkommenheit der ersten Methoden doch einige so auffällige Verschiedenheiten in der Zusammensetzung Beziehung der physiol. Chemie zur Heilkunde.

der untersuchten Substanzen hervor, dass aus deren Vorkommen ein Rückschluss auf gewisse pathologische Processe im Organismus wenigstens mit einigem Fug und Recht gemacht werden konnte. Es entstand die sogenannte pathologische Chemie, deren gedeihliche Entwicklung alsbald von Seite der Aerzte durch übertriebene Anforderungen, von Seite der Chemiker durch vielfache Unterschätzung beeinträchtigt wurde und noch wird.

Pathologische Chemie.

Die pathologische Chemie ist derzeit noch keine eigene Wissenschaft.

Pathologische Chemie an und für sich ist derzeit noch eine Unmöglichkeit, da nur der stete Vergleich physiologischer und pathologischer Verhältnisse irgend ein Urtheil zulässt und die physiologischen Mischungsverhältnisse des Organismus selbst noch so mangelhaft erkannt sind. Im Verein jedoch mit den bisher festgestellten physiologisch-chemischen Thatsachen und mit steter Berücksichtigung der nothwendigen Gleichheit der Bedingungen, unter welchen z. B. gewisse thierische Functionen von Statten gingen, lässt sich aus pathologisch-chemischen Beobachtungen ein mehr minder werthvolles und praktisch verwendbares Materiale zu einer dereinst zu bildenden Disciplin ansammeln, und in diesem Sinne gibt es eine pathologische Chemie.

Vergleich der reinen Chemie und der Physio-pathochemie.

Die reine Chemie beschäftigt sich nur mit der Analyse und Synthese vollkommen isolirbarer und von vorneherein in gewisse Gruppen passender Körper, ohne sich im Geringsten um die praktische Bedeutung und Anwendbarkeit derselben zu kümmern.

Die physiologische und pathologische Chemie hingegen kann und darf sich nicht rein wissenschaftlich abschliessen, sie muss stets streben, den Zusammenhang von Thatsachen der Beobachtung und Untersuchung mit den allgemeinen bisher erkannten Gesetzen des Thierlebens zu eruiren, sie muss sich endlich auch bequemen durch die zoochemische Analyse den Anfragen des Heilkundigen zu antworten, so weit sie diess vermag.

Verhältnisse des Arztes zum Chemiker.

Es geht aus dem Gesagten hervor, dass nach dem heutigen Standpunkt der Physio-pathochemie der Chemiker und der Arzt sich wechselseitig stützen und ergänzen müssen, dass der Arzt genügende chemische Vorbildung

besitzen soll, um überhaupt fragen zu können, und dass der Chemiker so weit medicinische Bildung besitzen soll, um derlei Fragen richtig aufzufassen und der Intention des Fragenden gemäss möglichst vollkommen zu beantworten.

Eintheilung.

Versuchen wir nun das reiche Materiale von physiopathochemischen Beobachtungen und Untersuchungen, sowie die hieraus entspringenden allgemeinen Anschauungen nur einigermassen zu bewältigen, so ergibt sich uns eine natürliche Scheidung, in einen allgemeinen Theil, die eigentliche Physio-pathochemie, und in einen speciellen Theil, die zoochemische Analyse oder die Methodologie der Untersuchungen.

Allgemeiner Theil. Physiopathochemie im engeren Sinn.

Im allgemeinen Theil finden alle Stoffe, die organischen und unorganischen, festen, flüssigen und gasförmigen Bestandtheile des Thierleibes, soweit selbe von wesentlicher Bedeutung sind, Erwähnung. Deren Vorkommen, Einfuhr oder Bildung innerhalb des Organismus, physiologische Function und endlich Ausscheidung werden in gedrängter Kürze abgehandelt. Manche Verbindungen, wie Wasser, Kochsalz, Harnstoff u. s. f. sind jedoch ziemlich ausführlich besprochen und einzelne wichtige Beziehungen der Physio-pathochemie zur Pathologie, Sanitätspolizei u. s. w. mehr als sonst üblich berücksichtigt.

Specieller Theil. Zoochemische Analyse und Anhang.

Der specielle Theil beginnt mit den Methoden zur Untersuchung complicirter und unbekannter thierischer Substanzen, denen sodann die Methoden zur Analyse der verschiedenen charakteristischen thierischen Substanzen, vorzüglich der thierischen Flüssigkeiten folgen. Im Anhang finden sich das Wesentliche über thierische Wärme, Stoffwechsel, Wahl der Nahrungsmittel, sowie einige Schemata und Tabellen. Mancherlei schon im allgemeinen Theil Erwähntes wiederholt sich im speciellen, und mag dieser Mangel an Systematik durch die Bedeutsamkeit der wiederholten Themata entschuldiget sein, umsomehr als das Hauptbestreben dieser Blätter dahin geht, das Wichtigste auf Kosten des minder Wichtigen hervorzuheben und möglichst einsichtlich darzustellen.

Geschichte der Physiopathochemie.

Es ist nicht unsere Absicht, eine Entwicklungsgeschichte der Physio-pathochemie zu geben, und es

Berzelius

sei daher nur in Kürze erwähnt, dass Berzelius der eigentliche Begründer der zoochemischen Analyse gewesen ist, und in seinem grossen Werke über Chemie auch die Thierchemie zum Erstenmale systematisch abgehandelt hat. Was wir Liebig auch in physiologisch-chemischer Richtung verdanken, ist in noch zu frischer Erinnerung, um darauf näher einzugehen. Liebig wusste eigene interessante und wichtige Beobachtungen durch geistreiche und dem jeweiligen Stand der Wissenschaft entsprechende Theorien in genialer Weise zu verbinden: wo bisher nur Grund und Bausteine vorhanden waren, dort richtete er das Gebäude der neuen Wissenschaft auf.

Liebig.

Eine Reihe von ausgezeichneten Gelehrten, meist Liebig's Schüler, beschäftigten sich seither mit physiologisch und pathologisch-chemischen Untersuchungen und nur in Berücksichtigung des geringen Umfanges vorliegender Schrift weisen wir bezüglich der ausgebreiteten Fachliteratur auf folgende wenige aber vortreffliche Werke hin, deren Studium vor Allen zu empfehlen ist.

Allg. Literatur. Lehmann.

Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie. II. Auflage 1853.

v. Gorup-Besanez

v. Gorup-Besanez, Lehrbuch der physiologischen Chemie. 1862.

v. Gorup-Besanez, Anleitung zur zoochemischen Analyse. II. Auflage. 1854.

Eine möglichst vollständige, durch treffliche Auszüge besonders brauchbare Kritik der physiologisch-pathologisch-chemischen Literatur gibt alljährlich

Scherer.

Scherer in Canstatt's Jahresbericht der gesammten Heilkunde

Schneider.

und der Pharmacie, Schneider in den Jahrbüchern der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien, Huppert u. A. in Schmidt's Jahrbüchern, Neubauer in Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie u. s. f.

Allgemeine

PHYSIO - PATHOCHEMIE.

Anorganische Bestandtheile des Thierkörpers.

I. Wasser.

Literatur: v. Bezold: Verhandlungen der physik.-medic. Gesellschaft in Würzburg. Band VIII. S. 251. — Moleschott: Physiologie der Nahrungsmittel 2. Aufl. S. 190 und Tabelle XLVI.

Vertheilung des Wassers im Körper.

Der Thierkörper besteht zum grossen Theil aus Wasser, wenngleich der Gehalt der einzelnen Körpertheile an Wasser ein sehr verschiedener ist. Nach zunehmendem Wassergehalt geordnet, zeigen sich die vorzüglicheren Gewebe und Flüssigkeiten wie folgt:

	In 1000 Theilen Wasser	feste Stoffe
Dichter Knochenstoff	51.40	948.60
Zahnschmelz	59.22	940.78
Knochen	90.68	909.32
Zahnbein	119.02	880.98
Fettgewebe	138.10	861.90
Nerven	570.78	429.22
Kristallinse	580.00	420.00
Knorpel	620.00	380.00
Rückenmark	685.25	314.75
Muskeln	735.10	264.90
Leber	754.89	245.11
Blut	789.31	210.69
Hirn	814.32	185.68
Samen	837.19	162.81
Galle	863.00	137.00
Milch	885.66	114.34
Chylus	935.00	165.00
Schleim	944.62	55.38
Harn	948.55	51.85

	In 1000 Theilen Wasser	feste Stoffe
Lymphe	958.95 —	41.05
Glaskörper	982.47 —	17.53
Schweiss	988.48 —	11.52
Thränen	988.80 —	11.20
Speichel	991.99 —	8.01

(Moleschott.)

Abnahme des Wassergehaltes bei zunehmendem Alter.

Eine grosse Anzahl Wasserbestimmungen ganzer Thierorganismen in verschiedenen Altersstufen ergab, dass jedes Thierindividuum einen für seine Art und sein Alter typischen, ziemlich constanten Gehalt an Wasser besitze, dass ferner dieser Wassergehalt von der Entwickelung des Embrio an, bis zur Höhe des freien Wachsthumes abnehme. Beispielsweise:

Mausfötus $\frac{1}{2}$" lang enthält in 1000 Gr.				880	Grm.	Wasser	
neugeborne Maus	„	„	„	872	„	„	
8 Tage alte Maus	„	„	„	768	„	„	
ausgewachsene Maus	„	„	„	713	„	„	

Die Abnahme des Wassergehaltes mit zunehmendem Alter wurde auch in einzelnen Organen nachgewiesen. Die Gewebe, sozusagen consolidiren sich im Laufe der Entwicklung zur normalen Grösse.

Die harnsauren Infarcte in den Nieren der Neugebornen mögen wohl zum Theil durch geringeren Wassergehalt und consecutive Fällung der nur in viel Wasser löslichen Harnsäure bedingt sein.

Bestimmung des Wassergehaltes.

Eine der häufigsten Aufgaben der medizinischen Chemie ist die Bestimmung des Wassergehaltes von Flüssigkeiten und festen Stoffen.

Princip.

Der auf seinen Wassergehalt zu prüfende, genau gewogene Körper flüssiger oder fester Art wird insolange einer entsprechenden Temperatur ausgesetzt, bis er all' sein Wasser verloren hat und dann abermals gewogen. Die Gewichtsdifferenz gibt den Wassergehalt an.

Apparate.

Wasserbad, Kochsalzbad, Oelbad, Luftbad, eine feine Wage, welche auf 60 Gramm Belastung noch 1 Milligramm ausschlägt, ein portativer Trockenapparat mit Chlorcalcium oder Schwefelsäure construirt.

Es ergibt sich von selbst, dass man immer nur wenige Gramm des betreffenden flüssigen, festweichen oder festen Körpers in Arbeit nimmt und das gewonnene Resultat dann auf 100 oder 1000 berechnet. Weiche oder festweiche Körper, wie drüsige Organe, Muskeln u. dgl. werden vorerst passend zerkleinert, feste und flüssige Körper als solche bearbeitet. Man wiegt etwa 10—12 Grm. der zu untersuchenden Substanz in einem trockenen Schälchen von bekanntem Gewicht genau ab. Das Gesammtgewicht vermindert um das Gewicht des Schälchen gibt das Gewicht des wasserhaltigen Körpers. Man bringt nun das Schälchen successive ins Wasserbad, dann ins Luftbad (100 — 110° C.), lässt hier einige Stunden trocknen, hierauf im Trockenapparat erkalten, wiegt genau und bringt das Schälchen dann neuerdings ins Luftbad. Nach einiger Zeit bringt man es mit den nöthigen Cautelen wieder zur Wage und fährt so fort, bis zwei Wägungen dasselbe Resultat geben, somit weiter kein Wasser mehr verdunstet. Zieht man nun von dem bekannten Gewichte der frischen Substanz das letztlich gefundene Gewicht der getrockneten Substanz ab, so gibt die Differenz den Gehalt an Wasser. Ausführung.

Z. B. Wasserbestimmung von Muskelfleisch: Beispiel.

Schälchen + Muskelfleisch	= 17.8 Grm.
Schälchen	= 10.3 „
Frischer Muskel	= 7.5 Grm.
1. Wägung nach dem Trocknen	= 15.1 Grm.
2. „ „ „ „	= 12.6 „
3. „ „ „ „	= 12.4 „
4. „ „ „ „	= 12.4 „
Schälchen + getrocknete Muskel	= 12.4 Grm.
Schälchen	= 10.3 „
Trockener Muskel	= 2.1 Grm.

7·5 — 2.1 = 5.4 Grm., d. i. in 7.5 Grm. frischen Muskelfleisches sind 5.4 Grm. Wasser.

7.5 : 100 = 5.4 : x

x = 72.0 d. i. in 100 Grm. Muskelfleisch sind 72 Grm. Wasser und somit 28 Grm. feste Stoffe enthalten.

Bei flüssigen Körpern ist oft schon der Vergleich ihres Gewichtes zu jenem des Wassers, also ihr specifisches Gewicht genügend, um annähernd den Gehalt an Wasser und festen Stoffen abzuschätzen, und es erscheint überhaupt angezeigt, bei der Untersuchung jedweder Flüssigkeit vorerst das specifische Gewicht zu bestimmen.

Bestimmung des specifischen Gewichtes.

Man bestimmt das specifische Gewicht einer Flüssigkeit entweder mit dem Piknometer oder dem Aräometer.

Piknometer.

Der Piknometer ist ein dünnwandiges Fläschchen von weissem Glase, mit einem genau eingeriebenen und von einem Haarröhrchen durchbohrten Glasstopfen, und etwa 20—30 C. C. Rauminhalt. Vor seiner Anwendung wird der Piknometer sorgfältig getrocknet, leer auf einer guten Wage gewogen, und das Gewicht genau notirt. Nun füllt man das Fläschchen ganz mit destillirtem Wasser an, drückt den Glasstopfen mit Vorsicht ein, so dass alle Luftblasen durch das Haarröhrchen entweichen, trocknet das Fläschchen von Aussen gut ab und wiegt von Neuem. Das Gewicht des gefüllten Fläschchens vermindert um das Gewicht des leeren Piknometers, gibt das absolute Gewicht der eingefüllten Wassermenge. Man leert nun das Fläschchen aus, trocknet es gut, füllt es mit der zu untersuchenden Flüssigkeit und setzt unter erwähnter Vorsicht den Glasstopfen auf. Man wiegt und erhält nach Abzug des bekannten Fläschchengewichtes das absolute Gewicht der im Fläschchen eingefüllten Flüssigkeit.

Dividirt man nun das absolute Gewicht des im Piknometer enthaltenen Volumen der fraglichen Flüssigkeit durch das absolute Gewicht des gleichen Volumen destillirten Wasser unter Berücksichtigung gleicher Temperaturen, so gibt uns der Quotient das gesuchte specifische Gewicht. Z. B. es sei das specifische Gewicht eines Harnes zu bestimmen.

Beispiel.

Der leere Piknometer wiegt = 8.23 Grm.
der mit destillirtem Wasser gefüllte = 26.33 Grm.
das absolute Gewicht des Wassers = 18.10 Grm.

Der mit Harn gefüllte Piknometer = 26.83 Grm.
der leere Piknometer = 8.23 Grm.
das absolute Gewicht des Harns = 18.60 Grm.

$\frac{18.60}{18.10} = 1.027$, oder 1027, das Wasser zu 1000 gerechnet, ist das specische Gewicht des untersuchten Harnes.

Aräometer.

Der Aräometer kommt meist nur bei Harnuntersuchungen in Gebrauch (daher auch Urometer genannt), wo es sich nicht gerade um die grösste Genauigkeit in der Angabe des specifischen Gewichtes handelt. Der Urometer ist analog den grossen zu technischen Zwecken construirten Aräometern geformt, und trägt eine Scale, die entweder von 1000 (= Wasser) bis 1060 geht, oder in Grade getheilt ist, die von 0^0 (= Wasser) bis 8^0 gehen, deren jeder einzelne Grad wieder in 4 Striche getheilt erscheint. Ein Grad entspricht 7 Tausendtheilen, ein Theilstrich etwa 2 Tausendtheilen, und wird nun, falls z. B. der Urometer bis 3^0 2 Theilstriche einsinkt, das specifische Gewicht der Flüssigkeit mit $3 \times 7 = 21$ mehr $2 \times 2 = 4$, in Summa 1025 bezeichnet, vorausgesetzt Wasser sei zu 1000 angenommen. Kleinere Abweichungen in dem Werth der höheren Grade ergeben sich aus folgender Tabelle:

$0^0 = 1000$ = Wasser bei + 4^0 C.
$1^0 = 1007$
$2^0 = 1014$
$3^0 = 1021$
$4^0 = 1028$
$5^0 = 1035$
$6^0 = 1043$
$7^0 = 1051$
$8^0 = 1058$

Bestimmung des specifischen Gewichtes bei sehr geringen Flüssigkeitsmengen.

Bisweilen ist es von Wichtigkeit, das specifische Gewicht von Flüssigkeiten zu bestimmen, deren Menge sowohl für Anwendung des Piknometers als des Urometers zu gering ist. Man benützt hierzu nach Scherer eine kleine in $^1/_{10}$ C. C. getheilte Mohr'sche Bürette, indem man in selbe die kleine Quantität Untersuchungsflüssigkeit bringt und nur 1—2 C. C. davon in ein unter-

gestelltes, trockenes und genau gewogenes Kölbchen abtropfen lässt. Man wiegt nun das Kölbchen wieder, und erhält, nach Abzug des Kölbchengewichtes, das absolute Gewicht der abgetropften C. C. Aus dem Vergleich dieser Zahl mit dem Gewichte der gleichen Anzahl C. C. destillirten Wassers (1 C. C. = 1 Grm.) ergibt sich das specifische Gewicht. Z. B.

Beispiel. In einer engen graduirten Röhre wäre etwas Lymphe aufgefangen worden. 2 C. C. davon wiegen 2.299 Grm., 2 C. C. destill. Wasser wiegen 2.000 Grm., somit $\frac{2.299}{2.000} = 1.149$ d. i. das specifische Gewicht der Lymphe. Je weniger Flüssigkeit zur Verfügung steht, je enger und feiner graduirt muss die Röhre sein.

Zusammensetzung des Wassers.

Ursprung des Wassers. Das Wasser ist ein meteorischer Niederschlag, der Humus und Gesteine durchsetzt und spontan oder gebohrt als Quell — Brunnenwasser wieder zum Vorschein kommt. Je nach der geologischen Specialität des Terrains ist das Wasser verschieden zusammengesetzt. Um geniessbar zu sein, muss es vor Allem Kohlensäure enthalten. Die CO^2 stammt entweder von dem stets CO^2 entwickelnden Humus oder von der Zersetzung doppeltkohlensaurer Salze, deren eine, freiwerdende CO^2 vom Wasser absorbirt wird. In offenstehenden Wasserbehältern, z. B. unbedeckten und seichten Cisternen, tritt CO^2 aus dem Wasser und N wie O treten dafür ein. Solches Wasser wird dann schaal und trotz niederer Temperatur ungeniessbar.

Bestandtheile. Die gewöhnlichsten Bestandtheile des Wassers nebst HO sind: freie Kohlensäure, kohlensaure Salze, zum Theil durch Vermittlung freier Kohlensäure gelöst, schwefelsaure Erdalkalien, endlich Kali-Natron und Chlorverbindungen.

Hartes Wasser. Der Gehalt an Kalksalzen macht das Wasser hart, d. i. es verliert dadurch die Eigenschaft, mit Seife eine lösliche Verbindung zu bilden; Hülsenfrüchte in hartem Wasser gekocht, umziehen sich mit einer feinen Schichte

des präcipitirenden einfach kohlensauren Kalks und werden daher nicht weich. Hartes Wasser wird durch längeres Stehenlassen, Insolation, Fliessen, Kochen u. dgl. weich, d. h. es fallen jene schwerer löslichen Bestandtheile des Wassers, welche eben seine Härte bedungen. Weiches Wasser.

Der Arzt kommt bisweilen in Gelegenheit über die Güte oder Genussfähigkeit eines Quell- oder Brunnenwassers vom gesundheitspolizeilichen Standpunkt aus ein Gutachten abzugeben.

Bei einer hierbei vorzunehmenden Untersuchung wäre etwa folgender Gang einzuschlagen.

1. Man prüft das Wasser mit frischbereitetem Lackmuspapier; es darf weder sauer noch alcalisch reagiren. Untersuchung d. Trinkwassers auf seine Genussfähigkeit.

2. Man dampft über einer Weingeistlampe auf einem blanken Metallblech, am besten auf einem Platinblech eine geringe Menge des Wassers zur Trockene ab und glüht mässig. Schwärzt sich hierbei der Wasserrückstand bedeutend, so lässt diess auf einen entsprechend grossen Gehalt an organischen Stoffen schliessen, welche geringmassig wohl sehr häufig im Wasser enthalten sind, in grösserer Menge jedoch beigemengt, gesundheitsschädlich sein können. Derlei Wasser bildet übrigens beim Stehen leicht Bodensätze, schmeckt fade, riecht dumpfig u. dgl. Jedenfalls untersuche man den Bodensatz des Wassers, wenn möglich mit dem Mikroskop.

3. Man erwärmt eine Wasserprobe; zahlreich aufsteigende Gasperlen zeigen den nothwendigen Gehalt an Kohlensäure.

4. Man versetze eine Probe mit Spiritus saponatus. Eine Fällung zeigt den Gehalt an Kalk und Magnesia, die als fettsaure Salze fallen.

5. Eine Probe versetzt man mit Ammoniak und oxalsaurem Ammoniak. Entsteht ein Niederschlag von oxalsaurem Kalk, so filtrirt man und versetzt das Filtrat mit phosphorsaurem Natron. Entsteht abermals ein Niederschlag, so ist er phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.

6. Zu einer Probe gibt man etwas salpetersaure Silberlösung; es fällt alles Chlor als Chlorsilber.

7. Zu einer letzten Probe endlich setze man eine Lösung von Chlorbaryum. Es fällt die Schwefelsäure als schwefelsaurer Baryt.

Gelingt es auf chemischem Wege Ammoniak oder insbesondere phosphorsaure, salpetersaure Salze in einem Wasser nachzuweisen, so deutet dies auf thierische Effluvien hin, und es ist dann wohl zu beachten, ob das untersuchte Wasser nicht von Canälen, Jauchebehältern u. dgl. aus verunreinigt werde.

Um die Quantität der Niederschläge wenigstens annähernd richtig abzuschätzen, ist es rathsam, diese Niederschläge gut absetzen zu lassen, wozu immerhin einige Stunden erforderlich sind, und fernerhin zugleich mit dem zu beurtheilenden Wasser ein anderweitig, im Gebrauche stehendes und als gut anerkanntes Wasser nach derselben Stufenfolge zu analysiren und die erhaltenen Niederschläge zu vergleichen.

Oberwähnte Reagentien sollen in einem guten und geniessbaren Wasser keine oder doch sehr geringe Niederschläge erzeugen.

Einfuhr, Ausfuhr und Bedeutung des Wassers für den Organismus.

Einfuhr.

Die Einfuhr des Wassers in den Körper direct als solches, oder mit den Nahrungsmitteln, beträgt etwas mehr als die Hälfte des Gewichtes der Gesammteinfuhr, beim erwachsenen Manne in 24 Stunden ungefähr 2100 bis 2500 Grm. Lebensweise, Jahreszeit u. dgl. wirken hierbei natürlich modificirend ein.

Mangelhafte Einfuhr.

Bei zu geringer Zufuhr treten pathologische Processe auf. Lippen, Fauces u. s. w. trocknen aus, es stellt sich Gefühl von Brennen ein, die betreffenden Partien entzünden sich, werden brandig, das Individuum stirbt endlich den Tod der Verdurstung. Blut, Muskeln, Haut verlieren hierbei bedeutend an Wasser, Milz, Leber, Hirn sehr wenig. Der Durst tödtet schneller als der Hunger.

Einfuhr durch die Haut.

In Betreff der Wassereinfuhr durch die Haut ist zu erwähnen, dass thierische Membranen allerdings das 2 bis 3fache Gewicht an Wasser einzusaugen vermögen,

dass ferner bei fortwährendem Baden der Durst besser ertragen, sowie mehr Harn secernirt werde. Ob eine vermehrte Harnausscheidung nicht vielleicht durch den gesetzten grösseren Hautreiz zu Stande kommt, wollen wir in Frage gestellt sein lassen.

Vermehrte Einfuhr, Hydrotherapie.

Bei vermehrter Wasserzufuhr tritt auch Vermehrung des Stoffwechsels ein, d. h. es werden mehr Stoffe ausgeführt. Der entleerte Harn enthält zwar an und für sich weniger feste Stoffe, er ist verdünnter, aber weil in grossen Mengen entleert, führt er doch mehr feste Stoffe als gewöhnlich aus; das viele kalte Wasser, innerlich und äusserlich angewendet, bewirkt durch Blase und Haut einen viel lebhafteren Wärmeverbrauch. Es resultirt dann ein grösseres Bedürfniss nach Ersatz durch Nahrung und Sauerstoff der Luft, somit Speisen- und Lufthunger, und es ist diese raschere Bethätigung des Gesammtstoffwechsel ein Haupteffect der Hydrotherapie und wohl auch deren rationellste Indication.

Ausfuhr.

Die Ausfuhr des Wassers geschieht, zur Hälfte des Eingeführten etwa, durch den Harn, etwas Weniges geht mit den Excrementen, und die andere kleinere Hälfte durch Haut und Lunge ab. Die Schnelligkeit der Wasserdurchfuhr ist eine verschiedene, und von ihr hängt wohl grösstentheils das öftere Auftreten des Durstes ab. So lassen kaltblütige Thiere das Wasser langsamer passiren als Warmblüter, können daher auch länger dursten.

Ausfuhr durch die Haut.

Die Ausfuhr des Wassers durch Haut und Lunge zeigt sich am besten in ihrer Behinderung, so z. B. in Dampfbädern, wo die Luft mit Wasserdämpfen übersättiget ist. Es bedeckt sich hier die Haut augenblicklich mit Wasser und das Athmen geht schwer von statten, weil hier die Abdampfung des Wassers durch die Wassergesättigtheit der Luft erschwert ist.

Taucht man eine im spitzen Winkel gebogene offene Röhre mit dem einen langen und engen Arm in Quecksilber, nachdem man den andern kurzen und dicken Arm mit einer thierischen Blase geschlossen und mit Wasser gefüllt hat, so wird nach einiger Zeit das Quecksilber im langen und dünnen Arm steigen; die Abdampfung des Wassers durch die Membran geht nämlich von statten, trotz des 14mal schwereren Quecksilbers, das in Folge

des abdampfenden Wassers, dem horror vacui zuliebe in die Röhre eingesogen wird. Es dürfte allerdings die stete Wasserabdampfung an der Hautoberfläche des Körpers auch hier die Circulation in den Gefässen und Capillarnetzen befördern, und die im Allgemeinen wohl übertriebene Schädlichkeit sogenannt zurückgetriebener Schweisse mag manchesmal denn doch in der Aetiologie der pathologischen Processe von Bedeutung sein.

Abnormitäten der Ausfuhr.

Bei vermehrter Körperbewegung, in Fiebern u. dgl. geht mehr Wasser durch Haut und Lunge, als durch den Harn ab. Nimmt man insgemein das Verhältniss der Wasserausscheidung durch Harn zu derselben durch Lunge und Haut wie 10 : 10 an, so ändert sich dies unter erwähnten Umständen zuweilen bis 4 : 10.

Lösslichkeitsverhältnisse und deren Schwankungen.

Wichtig ist das Löslichkeitsverhältniss mancher Stoffe im Wasser. Ausser der schon Eingangs erwähnten Harnsäure gibt es noch im Körper einzelne Stoffe, so: Xanthin, Hypoxanthin, Guanin u. dgl., welche viel Wasser zu ihrer Lösung bedürfen, und gerade in Organen, wo häufig sogenannte Stockungen, Infarcte vorkommen, nachgewiesen wurden. Vermindert sich nun der Wassergehalt im Allgemeinen oder in irgend einem Organ, so lässt sich wohl annehmen, dass die schwer löslichen Körper ausgeschieden werden, zumal wenn ein oder die andere organische Säure, welche zur Löslichkeit beigetragen haben mag, durch irgend eine Alkalisirung paralysirt wird. Es können hier Störungen, Infarcte entstehen und zu grösseren pathologischen Veränderungen Anlass geben; die Temperatur ist hierbei stets mit zu beachten. So bleiben trotz Wasserverminderung, schwerlösliche Stoffe vermöge einer höhern Temperatur gelöst, fallen aber bei Herabsetzung derselben. Im Fieber und nach grosser Bewegung, wo viel Wasser durch Haut und Lunge auf Unkosten des Wassergehaltes in Harn abgeht, wird oft ein ganz klarer Harn gelassen, der beim Erkalten ein reichliches Sediment bildet, das sich beim Erwärmen wieder zur Klarheit löst. Es besteht diess Sediment aus harnsauren Salzen, entstanden aus Harnsäure, welche trotz Wasserverminderuug im Harne bei der Körpertemperatur noch gelöst blieb, beim Erkalten aber sich ausschied.

Die Bedeutung des Wassers für den Organismus lässt sich schliesslich in Kürze auf drei Momente reduciren. (v. Gorup-Besanez.) Bedeutung des Wassers für den Stoffwechsel.

Das Wasser ist das Lösemittel der im Thierkörper gelöst vorkommenden Stoffe, und somit in erster Instanz Träger aller Atombewegung im physikalisch-chemischen Sinn.

Das Wasser ist Imbibitionsstoff; den festweichen Zustand der Organe, deren Elasticität, Dehnbarkeit, Durchsichtigkeit vermittelt vor allen andern das Wasser.

Das Wasser dient als Abkühlungsmittel und Wärmeregulator, d. h. durch die fortwährende Verdunstung desselben in der Haut, in den Lungen, wird dem Körper stetig und zwar je nach Umständen bald mehr, bald weniger Wärme entzogen.

II. Gase.

Literatur: Magnus: Poggendorf's Annal. Bd. XL und LXVI. — Lothar Meyer: Henle und Pfeufer's Zeitschrift n. F. Bd. VIII. — Ludwig: Lehrbuch der Physiologie, 2. Aufl. Bd. II. S. 20 u. ff. — Scharling: Annal. d. Chemie u. Pharm. XLV u. LVII.

Im Thierorganismus kommen theils einfache, theils zusammengesetzte Gase vor. Eintheilung.

Erstere: Sauerstoff im Blut, Stickstoff im Darm prävalirend, Wasserstoff als Product der Verdauung.

Letztere: Kohlensäure, Kohlenoxyd im Meteorismus der Kühe, leichter Kohlenwasserstoff im Dickdarm, Rectum, Schwefelwasserstoff im Darmkanal überhaupt.

Hauptmaterial unseres Gaswechsels ist die Luft, welche wir einathmen, und die aus 79.04 Volumen Stickstoff und 20.96 Volumen Sauerstoff besteht, nebstbei CO^2, NH^3, NO^5 und verschiedene Effluvien organischer Zersetzungsprocesse enthält.

Bevor wir die einzelnen Gase besprechen, scheint es nöthig, in Kürze jene Momente zu erwähnen, welche bei der Lehre von den Gasen und deren Absorptionsverhältnissen zu beachten sind, so: Momente bei der Lehre von den Gasen.

Allgemeine, physikalisch-geographische Verhältnisse.

1. Die allgemeinen und physikalisch-geographischen Momente, als: Höhe der Luftsäule, Lage, Temperatur, Zeit u. dgl.

Diffusion der Gase.

2. Die Diffusion der Gase, die, wenn sie nicht chemisch aufeinanderwirken, sich in einem gegebenen Raume so ausbreiten, als wenn jedes einzelne Gas allein vorhanden wäre, nach der bekannten Formel $V = v + v_1$. So z. B. diffundiren Luft und die ungleich schwerere CO^2 derart, dass nach einiger Zeit in einem damit angefüllten Raum in den obersten wie untersten Schichten bei Gasarten ganz gleich gemengt sind.

Tragfähigkeit.

3. Die Eigenschaft der Gase, flüssige oder gar wohl feste Körper gleichsam zu lösen oder doch suspendirt zu erhalten. Im Leuchtgas $C_4 H_4$, z. B. finden sich manche nicht gasförmige Körper und anderseits wird Jod, ja sogar Kochsalz bisweilen von Gasen getragen.

Absorption.

4. Die Absorption der Gase, d. i. die passive Eigenschaft der Gase von festen oder tropfbarflüssigen Körper eingesaugt zu werden. Es sind hierbei zu beachten:

Der Absorptionscoeficient, d. i. jenes auf 0^0 C. und O^m 76 Quecksilberdruck reduzirte Gasvolumen, welches von der Volumeneinheit einer Flüssigkeit unter dem Quecksilberdruck O^m 76 absorbirt wird.

Die Temperatur. Je höher die t^0, je weniger Gas wird von einer Flüssigkeit absorbirt und umgekehrt.

Die Natur der Absorptionsflüssigkeit, so z. B. absorbirt Wasser mehr Gas als eine Salzlösung, Alkohol mehr als Wasser. Man vermindert daher durch Zusatz von Salzlösung zum Wasser dessen Absorptionsfähigkeit und vermehrt selbe durch Alkoholzusatz.

Der Druck, unter welchem eine Absorption stattfindet.

Es erhellt, dass, wenn man nun dem Absorptionscoeficienten z. B. der Kohlensäure im Wasser kennt, man auch im Stande ist, die Richtigkeit aller jener Angaben über absorbirte Kohlensäure in Heilquellen zu controlliren. Temperatur und Druck ist meist angegeben, hieraus und aus dem Absorptionscoeficienten lässt sich leicht berechnen, wieviel CO^2 in einer bestimmten

Menge Wassers enthalten sein kann, und somit ein allzureicher Gehalt an CO^2, wie er vielen Gesundbrunnen nachgerühmt wird, bisweilen als unmöglich nachweisen.

Wir betrachten die einfachen und zusammengesetzten Gase, insofern sie frei oder absorbirt sind, in ihren Beziehungen zu den Respirationsgasen und schalten hier sogleich das Bemerkenswertheste über die Respiration selbst ein.

Bezüglich der Methoden über Analyse und Absorption der Gase verweisen wir auf den Abschnitt über Untersuchungsmethoden.

A. Freie Gase.

Unter den freien Gasen nennen wir zuerst das: Freie Gase.

Sauerstoffgas, Bestandtheil der Respirationsgase, und mit andern Gasen gemengt im Darmrohr. Im obern Theil des Darmrohres ist Sauerstoff reichlicher vorhanden, als im unteren. Im Dickdarm ist er fast verschwunden. Sauerstoffgas.

Wasserstoffgas wird ebenso wie Kohlenwasserstoffgas nur in geringen Mengen gefunden, und zwar im Darmtrakt, wo bei Zersetzung der Buttersäure Wasserstoff frei wird. Wasserstoffgas.

Stickstoffgas als Constituens der Respirationsgase auch im Darmtrakt vorkommend. Stickstoff tritt ausser im respirio nirgends weiter in den Organismus ein, und doch enthält die exspirirte Luft constant etwas mehr Stickstoff als die inspirirte. Es scheint daher im Organismus selbst, vielleicht im Blut Stickstoff gebildet zu werden. Stickstoffgas.

Kohlensäuregas in den Exspirationsgasen und Darmgasen. Kohlensäuregas.

Schwefelwasserstoffgas in den Darmgasen und wo irgend thierische Stoffe sich zersetzen. Werden nebst schwefelsauren Salzen gleichzeitig Eisensalze genossen, so erscheinen die Faeces sehr dunkel, ja schwarz gefärbt von Schwefeleisen; die schwefelsauren Salze geben Sauerstoff ab um H, C, N der organischen Verbindungen zu oxydiren, und der freie Schwefel, nebst dem aus den Albuminaten etwa frei gewordenen Schwefel Schwefelwasserstoffgas

bildet mit dem im Darmkanal entstandenen Wasserstoff dann Schwefelwasserstoff.

Darauf beruht auch das sogenannte Faulen von schwefelsauren Salzthermen, wo der Kork mit in den Prozess gezogen, d. h. oxydirt wird, und sich aus schwefelsauren Salzen dann Schwefelwasserstoff bildet.

Analyse von Gasgemischen.

Vergleichen wir die wenigen Analysen von Gasgemischen des Organismus, wie selbe frischen Leichen von Hingerichteten entnommen wurden, so ergibt sich folgende Zusammenstellung alles auf 1000 Volumina berechnet:

	Luft	Magen	Dünndarm	Dickdarm	Mastdarm	Flatus
N	791	714.5	318.7	350.0	455.0	215.0
O	209	110.0	—	—	—	—
CO^2	0.4	140.0	298.0	567.5	428.6	405.0
H	—	35.5	380.0	—	—	195.0
CH	—	—	—	116.0	111.8	187.0
SH	—	—	—	—	—	10.0

Es sind diese geringen Ergebnisse nur ungewisse Anhaltspunkte, da es sehr schwierig ist, frische Gasgemenge zur Analyse zu erhalten, und manche der angegebenen Werthe somit auf abnormen Bedingungen beruhen.

B. Absorbirte Gase.

Absorbirte Gase.

Von den absorbirten Gasen sind von besonderem Interesse die absorbirten Gase des Blutes und des Harns.

Gase des Blutes.

Wurde Blut, ohne zu erwärmen, bloss mit Glaspulver oder Quecksilber geschüttelt, so gaben 1000 Volumina arterielles Blut 103.1 Vol. Blutluft, und 1000 Vol. venöses Blut 67.7 Vol. Blutluft.

In 100 Vol. Blutluft waren

	CO^2	O	N
im arteriellen Blut:	62.3	23.2	14.5
im venösen Blut:	71.6	15.2	13.2

Der Stickstoff bleibt sich also ziemlich gleich, Sauerstoff und Kohlensäure nicht. Ersterer ist vermindert, letztere vermehrt. Wurde Blut unter entsprechender Erwärmung seines Gasgehaltes entledigt, so ergaben

sich in 1000 Vol. arteriellen Blutes 208—282 Vol. Gas, wovon Sauerstoff 124 — 142
Stickstoff 28 — 50
Kohlensäure 52 — 61

Unter Zusatz von Weinsäure ausgekocht, entband das Blut auch die gebundene Kohlensäure und es stieg die Kohlensäure (absorbirte und gebundene) von 209 bis 286 Volum.

Sauerstoffabsorption im Blut.

Das Blut kann doppelt soviel Sauerstoff absorbiren als das Wasser, ist auch nicht so abhängig vom Drucke. Die Respiration, d. i. die Aufnahme von Sauerstoff ist somit ziemlich unabhängig vom Aufenthalt in der Tiefe oder in den Höhen. Im Gebirge ist wohl die Temperatur im Allgemeinen niederer und es erfolgt daher ein rascheres Athmen und insofern auch mehr Sauerstoffaufnahme.

Wie in dem Vorhergehenden erwähnt, übt auch die Beschaffenheit des Absorptionsfluidums, hier des Blutes, einen bestimmten Einfluss auf die Absorption selbst. So werden Qualitätsstörungen des Blutes ihre Geltung finden. Z. B. hydrämisches Blut wird viel weniger Sauerstoff absorbiren; es folgt hieraus Beeinträchtigung des Stoffwechsels, der Wärmebildung. Die Schädlichkeit der wohl nur mehr in einzelnen Ländern übertrieben angewendeten Venaesectionen ergibt sich hieraus von selbst.

Der Sauerstoff des Blutes ist wahrscheinlich ozonisirt.

Ueber die Art und Weise, in der das Blut den Sauerstoff gebunden enthält, ist bis heute keine unumstössliche Ansicht aufgestellt. Der Sauerstoff ist im Blut nicht rein absorbirt, denn er lässt sich unter der Luftpumpe nicht ganz austreiben, was ja bei rein absorbirten Gasen der Fall ist; er ist aber auch nicht chemisch gebunden, denn sonst müsste er sogleich zur Bildung von CO^2 verwendet worden sein. Es mag hier wohl das Ozon eine Rolle spielen, ähnlich jener bei der Sauerstoff-Condensirung in Platinmoor. Platinmoor nimmt das 800fache seines eigenen Volumen an Sauerstoff auf, ohne darum Platinoxyd zu bilden, aber der so condensirte Sauerstoff ist dann ozonisirt.

Das Blut scheint nun, wie Platinmoor, den Sauerstoff, ohne ihn gewissermassen zu binden, durch Flächenanziehung und Flächenverdichtung zu fixiren.

Der nunmehr ozonisirte Sauerstoff betheiligt sich dann an der Kohlensäure-Bildung, aber nicht sogleich in den Lungen; es gebe ja sonst kein arterielles Blut, da die Kohlensäure das Blut immer dunkler färbt.

Gase d. Harnes.

Im Harn von normaler Beschaffenheit waren bei O^0 C. u. O^m 76 Druck, und zwar in 1000 Vol. enthalten:

45 — 100 Vol. freie Kohlensäure,
20 — 52 „ gebundene Kohlens. an Natron,
8 „ Stickstoff,
0.06 — 0.2 „ Sauerstoff.

In einer zuckerfreien Poliurie, specifisches Gewicht 1015, waren in 1000 Volum. Harns enthalten 143 Vol. freie und 49 Vol. gebundene Kohlensäure. Es wurde also hier viel Kohlensäure, respective Kohlenstoff entleert und eine allgemeine Abmagerung war ziemlich erklärlich. In einem einfach wasserreichen Harn eines gesunden Individuums waren 49 freie und 9 gebundene Volum. Kohlensäure.

Gase der Respiration.

Wie oben gesagt, ist das wichtigste Materiale des thierischen Gaswechsels, insbesondere der Respiration: Die Luft. Die eingeathmete Luft kennen wir als aus 79.04 Vol. Stickstoff und 20.96 Vol. Sauerstoff bestehend. Nebstdem sind je 10.000 Vol. Luft etwa 4 bis 5 Vol. Kohlensäure beigemengt.

Analyse der exspirirten Luft.

So leicht und bequem wir die Zusammensetzung der eingeathmeten Luft bestimmen können, so mannigfache Schwierigkeiten bietet die Analyse der ausgeathmeten Luft, oder vielmehr die Methode des Aufsammelns der Exspirationsluft. Für die Lehre von der Respiration aber ist eine genaue Bilanz des Gasstoffwechsels unbedingt nothwendig, und es ergeben sich demzufolge für die Untersuchung der Exspirationsgase bevor man zu deren Aufsammlung schreitet, gewisse zu berücksichtigende Momente, als:

Vorerst zu berücksichtigen sind:

Schwankungen im Druck.

Schwankungen des atmosphärischen Druckes. Je grösser der Druck, je weniger wird exspirirt und umgekehrt.

Kohlensäuregehalt der Atmosphäre.

Aenderung des CO^2gehaltes der Atmosphäre; wenn selbe auch nicht im Freien wesentlich ist, so kann sie doch in einem Zimmer bedeutender werden.

Feuchtigkeit und Trockne der einzuathmenden Luft; je trockener die Luft, desto diffundirbarer ist sie und desto reicher ist auch die Gasausfuhr. Feuchtigkeit und Trockene.

Temperatur. In kälterer Luft wird mehr ausgeathmet, auch mehr Bewegung gemacht, somit öfter Athem geholt. Davon mag wohl auch ein Theil der Salubrität eines Gebirgsaufenthaltes herstammen. Von erhöhter Temperatur und Feuchtigkeit der Luft stammt aber auch jenes drückende, athembeklemmende Gefühl, welches beim Betreten von Glashäusern, Dampfbädern u. dgl. sich einzustellen pflegt, und nur in der gesättigten warmen Luft, somit gehinderten Expiration begründet ist. Temperatur.

Individualität des Exspirirenden. Bau des Brustkorbes, tiefe Dauer und Frequenz der Athemzüge. Individualität des Exspirirenden.

Qualität der Nahrung. Kohlenwasserstoff und Alkohol bilden viel Kohlensäure, spannen selbe im Blut und lassen auch mehr ausathmen. Qualität der Nahrung.

Zur Aufsammlung der Exspirationsgase dienen mehr minder sinnreich construirte Apparate, deren Detaillirung ins Gebiet der Physiologie gehört. Wir erwähnen nur eines kleinen Apparates, der von Pettenkofer behufs der annähernden Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft in der Exspirationsluft, in Zimmern u. dgl. zu ärztlichen oder sanitätspolizeilichen Zwecken ersonnen wurde. Apparate.

Eine Flasche von bekanntem Rauminhalt ist mit einer Kautschukkappe zu verschliessen, in welche ein, bis nahe am Boden der Flasche reichendes Glasrohr luftdicht eingeschlossen ist. Pettenkofer's Apparat.

Man athmet nun bei geschlossener Nase längere Zeit anhaltend in die Flasche, wenn es sich um den Kohlensäuregehalt der Exspirationsluft handelt, oder lässt die Flasche einige Stunden lange in dem Raum, dessen Luft zu untersuchen ist, stehen. Dann schliesst man mit der Kautschukkappe und träufelt durch die Röhre etwas Kalkwasser von genau bekanntem Gehalt an Kalk zu. Nach einiger Zeit öffnet man die Flasche, giesst die Flüssigkeit ab, filtrirt und prüft das Filtrat auf seinen Kalkgehalt. Das Deficit an Kalk wurde verwendet, um mit der Kohlensäure, die in der Flaschenluft enthalten war, kohlensauren Kalk zu bilden. Aus der

verbrauchten Kalkmenge lässt sich die vorhandene Menge Kohlensäure anstandslos berechnen.

Resultate der Exspirationsluftanalyse.

Die Resultate vieler sorgfältiger Untersuchungen der Exspirationsluft ergeben sich wie folgt:

	O	N	CO^2
Inspirirte Luft	20.9	79.1	0.04 — 0.05.
Exspirirte Luft	16.0	79.3	4.3 — 4.38.

Wasserdampf wird etwa 0.25 Gramm per Minute exspirirt. Ein minimer Theil des Stickstoffs entweicht als Ammoniak, ebenso werden geringe Mengen Wasserstoff und Kohlenwasserstoff exhalirt.

Die Kohlensäureausscheidung in den Lungen wechselt auch im Alter.

Person	Alter	1000 Gramm Körpergewicht exhaliren in 1 Stunde an CO^2.
Knabe	$9^3/_4$ Jahre	0.9245.
Jüngling	16 „	0.5887.
Mann	35 „	0.3119.
Mädchen	10 „	0.8831.
Jungfrau	17 „	0.4546.

Verhältniss der Kohlenstoff- zur Harnstoffausfuhr

Bei jüngeren Individuen, zumal bei männlichen, ist somit ein rascherer Gasstoffwechsel. Verglichen mit der Harnstoffausscheidung, verhält sich der ausgeschiedene Kohlenstoff der CO^2 beim Kind zu dem beim Erwachsenen wie 1.88 zu 1.00 und der ausgeschiedene Harnstoff beim Kinde zu jenem beim Erwachsenen wie 1.9 zu 1.0.

Es erhellt hieraus, dass der Stoffwechsel überhaupt bei Kindern ein rascherer ist.

Quantitätsschwankungen der Respirationsgase in pathol. Zuständen.

Ueber Quantitätsschwankungen der Respirationsgase in verschiedenen pathologischen Prozessen wissen wir wenig. Zu erwähnen wäre, dass die Kohlensäureexhalation zunimmt: bei entzündlichen Leiden, so z. B. Meningitis, Peritonitis, Rheumatismus acutus, Froststadium des Intermittens; abnimmt: bei Störungen der Blutcirculation in den Lungen, z. B. im Hepatisationsstadium der Pneumonie, bei Chlorose, Cholera (mangelhafter Oxydationsprozess).

Vom Standpunkt der Gesundheitspolizei aus betrachtet soll die Luft, welche wir einathmen, möglichst frei von fremden Beimischungen sein. Uns interessirt zumeist die Kohlensäurebeimengung. Die Luft kann ziemlich viel Kohlensäure enthalten, ohne schädlich zu sein, wenn sie zu gleicher Zeit trocken ist. Feuchte Luft aber, zumal wenn neben den Wasserdämpfen noch Spuren von Schwefelwasserstoff oder Kohlenwasserstoff vorhanden sind, wirkt selbst bei geringem Kohlensäureüberschuss schädlich. Die Kohlensäure scheint weniger directe zu schaden, als indirecte durch Behinderung der Sauerstoffzufuhr. Erhält eine mit Kohlensäure selbst bedeutend verunreinigte Luft, Sauerstoffzufuhr, so hebt sich die Schädlichkeit. Wenn gleich schwerer als die Luft, diffundirt die Kohlensäure doch in dieselbe so stark, dass die Luftschichten in selbst grösseren Wohnungsräumen gemeinhin beinahe gleiche Kohlensäuremengen enthalten. Dasselbe Verhältniss findet in frischer Luft statt; die Hochgebirgsluft macht insoferne eine Ausnahme, als die Kohlensäure hier von den ewig abfliessenden Gletscherbächen gebunden wird.

Sanitätspolizeiliche Bemerkungen.

III. Salze.

Literatur: Barral: Statique chim. des animaux, Paris 1850. — Boussingault: Annal. de phys. et chim. T. XIX, XX, XXII. — Bidder u. Schmidt: Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. 1852. — Lehmann: Lehrbuch der physiologischen Chemie. 2. Auflage. — Ludwig: Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. — Moleschott: Physiologie der Nahrungsmittel.

Die nebst Wasser und Gasen im Körper vorhandenen anorganischen Bestandtheile sind sehr verschiedener Natur. Eine grosse Reihe von Elementen ist hier in zum Theil erheblicher Menge vertreten und noch andere, wenn auch in geringsten Mengen, zum Theil nur qualitativ nachgewiesen. Bei der Schwierigkeit, ganze Oganismen grösserer Thiere einzuäschern, müssen wir uns hier zur ungefähren Orientirung über die Massenvertheilung der unverbrennlichen Bestandtheile mit der Asche einer Maus begnügen, deren Zusammensetzung hiermit folgt. In 1000 Gewichtstheilen Maus sind unge-

Natur u. Menge der unverbrennbaren Bestandtheile.

fähr $^3/_4$ Wasser, $^1/_4$ feste Stoffe; auf Elemente zurückgeführt:

H	78.030	vom Wasser
O	625.800	
H	24.000	
O	65.700	
C	154.500	(Fett, Gewebe u. dgl.)
N	27.700	
S	1.670	
Si	0.142	
Cl	0.299	
P	6.165	
Ca	5.541	
Mg	2.362	
Fe	0.322	
K	3.152	
Na	2.075	
Flu	?	

Nebstbei Spuren von Kupfer, Lithium u. dgl.

Aschenbestimmungen organ. Körper: Nothwendigkeit einer Methode.

Die Einäscherung organischer Körper hat gewisse Schwierigkeiten, welche man am besten durch ein methodisches Vorgehen beim Aeschern vermeidet.

Einäscherung von Flüssigkeiten.

Thierische Flüssigkeiten, z. B. Harn, die wenig feste Bestandtheile haben, werden abgedampft, und der Rückstand in Porzellan- oder Platinglühschälchen einer allmäligen steigenden Temperatur ausgesetzt, bis eine nahezu weisse Asche erhalten wird.

Einäscherung von concentrirt. thierischen Flüssigkeiten, festweichen und festen Körpern.

Bei Einäscherung von anderweitigen Flüssigkeiten und von festweichen oder festen Körpern bildet sich fast immer eine äusserst langsam verbrennliche Kohle, indem gewisse leicht schmelzbare Aschensalze die Kohle inkrustiren und ein weiteres Verbrennen des C sehr erschweren.

Man verkohlt, um diesem Uebelstande abzuhelfen, die betreffende Substanz vorerst bei gelinder Hitze, zieht dann die so gewonnene Kohle mit heissem Wasser aus, und glüht die extrahirte Kohle noch weiter. Sie verbrennt dann meist leicht.

Man dampft hierauf das wässerige Extract ab, glüht und vereint beide Rückstände, welche nun die Gesammtasche geben. Beimischung von färbenden Stof-

fen, z. B. von Eisen in der Blutasche, machen die Asche röthlich statt weiss.

Chemischer Process der Einäscherung.

Der chemische Process der Einäscherung selbst ist analog der complexen Zusammensetzung der Organe ein sehr complizirter: Wir hätten z. B. einen organischen Körper, bestehend aus C, H, N, O + P + S + Kalialbuminat + Kohlensaure Alkalien + Kochsalz + Phosphorsaure Alkalien und Erden + Eisen einzuäschern.

Alsbald entweichen H und O als Wasser, N als Ammoniakverbindung, S und P bilden erstlich schwefelsaure und phosphorsaure Salze, werden durch die sich bildende Kohle wieder reducirt und verflüchtigt. Auch Kochsalz entweicht etwas, besonders wenn Kohlenwasserstoffe mitglühen. Extrahirt man nun, wie oben erwähnt, mit heissem Wasser, so treten Kali- und Natronsalze (worunter auch das aus Albuminkali entstandene Kalisalz) sowie Kochsalz in Lösung, beirren somit die weitere Einäscherung nicht mehr, welche dann ziemlich rasch zu Ende kommt.

Es erhellt aus der Betrachtung des Einäscherungsprocesses, wie vorsichtig die aus der Aschenanalyse gewonnenen Zahlen aufzunehmen sind, da durch die nothwendig hohe Temperatur manche der zu analysirenden Substanz eigenthümliche anorganische Bestandtheile verflüchtiget oder zersetzt werden und anderseits neue, dem Untersuchungsmateriale fremde Verbindungen zu Stande kommen können.

Menge der anorganischen Substanzen in verschiedenen Altersstufen.

Die anorganischen Bestandtheile des Organismus sind in verschiedenen Altersstufen auch in entsprechend variirenden Mengen gefunden worden. Eine vergleichende Tabelle über die Vertheilung im Körper der Maus mag hier als Beispiel dienen:

	Mausembrio.	14 Tage alte Maus.	Alte Maus.
Cl	0.638	0.985	0.749
PO_5	4.389	8.638	13.871
CaO	4.212	6.655	7.756
MgO	0.148	0.476	3.936
NaO	2.630	3.000	2.766
F_2O_3	0.523	0.817	0.917

Der Chlorgehalt hängt wohl meist von der Nahrung ab, bleibt aber im Ganzen ziemlich constant.

Die Phosphate nehmen im Alter zu. Der Kindesharn enthält auch viel mehr Phosphate als der Harn alter Individuen.

Die Alkalien nehmen ab im Alter.

Die im thierischen Organismus vorkommenden wichtigsten unverbrennlichen anorganischen Stoffe sind ungefähr folgende:

Chlornatrium, Chlorkalium, kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Alkalien und Erden, Fluorcalcium, Eisen und etwa Lithium, Kupfer, Quecksilber, Blei u. dgl.

Wir haben für alle diese Verbindungen gemeinschaftliche Fragen:

Woher kommen sie dem Organismus zu, worin besteht ihre physiologische Funktion und wie kommen sie zur Ausscheidung.

Wiewohl die verschiedenen Methoden der zoochemischen Analyse erst später abgehandelt werden, so müssen wir doch bei versuchsweiser Beantwortung oberwähnter Fragen die Mengenverhältnisse mancher anorganischer Körperbestandtheile schon jetzt etwas genauer berücksichtigen, und sind daher genöthigt, hier in Kürze einer Methode zu erwähnen, welche mit verhältnissmässig einfachen Mitteln und geringem Zeitaufwande es gestattet, auf dem Wege der Volummessung die Menge eines gelösten Körpers zu bestimmen.

Titrirmethode.

Man nennt diese mass-analytische Methode auch die Titrirmethode, weil hierbei meist Flüssigkeiten, deren Gehalt (titre) und Wirkungsweise man kennt, in Anwendung kommen.

Wir wollen vorerst beispielsweise eine solche mass-analytische Bestimmung durchführen und daraus dann das Princip der Methode entwickeln.

Beispiel einer volumetrischen Bestimmung.

Gesetzt, wir hätten in einer Lösung von Kochsalz in Wasser die Menge des aufgelösten Salzes zu bestimmen. Wir messen zu dem Zweck zuerst die ganze Flüssigkeit und finden, dass sie gerade ein Liter (= 1000 Cubik-Centimeter) beträgt. Nun geben wir davon 5 C. C. in ein Kelchgläschen, setzen einige Tro-

pfen einer gesättigten Lösung von einfach chromsaurem Kali zu und träufeln zu der nunmehr gelblich gefärbten Flüssigkeit aus einer Burette, d. i. einer Röhre, die z. B. in Zehntelcubikcentimeter getheilt und an ihrem unteren Ende durch ein Kautschukröhrchen und einem Quetschhahn so gerichtet ist, dass der Abfluss im dünnen Strahl geschieht und bis zum Tropfen, ja bis zur gänzlichen Sperre der Röhre gemässigt werden kann, Silberlösung zu. Diese Lösung besteht aus salpetersaurem Silberoxyd und destillirtem Wasser und zwar aus ungefähr 2.9 Grm. salpetersaurem Silberoxyd in einem Liter destillirten Wassers. Ein Cubik-Centimeter dieser Lösung wird demnach 0.0029 Grm. salpetersaures Silber enthalten, und somit eben hinreichen, um 0.001 Grm. Kochsalz als Chlorsilber zu fällen.

Beachten wir nun den Vorgang des Zuträufelns, so sehen wir Folgendes: vorerst trübt sich die gelbliche Flüssigkeit weisslich von niederfallendem Chlorsilber; der Niederschlag nimmt allmälig zu; jeder Tropfen der abtropfenden Silberlösung bewirkt einen röthlichen Fleck, der aber alsbald schwindet, um die gelblich-weissliche Trübung zu verstärken. Endlich schwindet der rothe Fleck nicht mehr, die ganze Flüssigkeit wird röthlichgelb, und hiermit ist das Verfahren zu Ende. Salpetersaures Silber zersetzt sich sowohl bei Gegenwart von Kochsalz, als auch von chromsauren Salzen, um zuerst Chlorsilber, dann aber, wenn alles Chlor des Kochsalzes verbraucht ist, chromsaures Silberoxyd zu binden. Letzteres, ein rother Niederschlag, zeigt somit an, dass unmittelbar vor seinem Entstehen genau soviel Silberlösung verbraucht wurde, als nöthig war, um das Kochsalz, welches in den angewendeten 5 C. C. der Kochsalzlösung enthalten war, in Form von Chlorsilber zu fällen.

Berechnung

Angenommen, wir hätten bis zu diesem Punkt aus unserer Burette 25 C. C. Silberlösung (deren Gehalt wir kennen) verbraucht, so haben wir folgende Rechnung zu machen.

25 C. C. Silberlösung entsprechen 0.0725 Gramm salpetersaurem Silberoxyd, somit genau 0.025 Gramm Kochsalz;

5 C. C. Kochsalzlös. : 1000 C. C. = 0.025 Grm. Kochs. : x

$x = \frac{25}{5} = 5$, d. h. der Liter der zu untersuchenden Kochsalzlösung enthielt 5 Gramm Kochsalz, oder kurz gesagt, die Kochsalzlösung ist eine $^1/_2$prozentige.

Vermöge der Titrirmethode ermittelt man also die Menge eines in Lösung befindlichen Körpers, indem man in einem bestimmten Volumen dieser Lösung durch Zusatz einer passenden Reagenzflüssigkeit von bekanntem Gehalt, den fraglichen Körper in eine neue wo möglich unlösliche Verbindung überführt und den Endpunkt dieser Umsetzung durch weitere Behelfe ersichtlich macht. Die hierbei verbrauchte Reagenzflüssigkeit von bekanntem Gehalt lässt uns dann schliessen auf die in genau gemessenen Volumen der Lösung enthaltene Quantität des fraglichen Körpers, welche mittelst einer meist kurzen Rechnung procentarisch ausgedrückt wird.

Die Bereitung und Prüfung der zu verschiedenen Bestimmungen nöthigen Titrirflüssigkeiten ist vollständig in den trefflichen Werken von Fresenius, Gorup-Besang und Mohr zu finden.

Näheres über zoochemische Titrirmethoden finden wir im speziellen Theil, und wenden uns daher zur Betrachtung der einzelnen anorganischen Stoffe.

Eintheilung der anorganischen Thierstoffe.

Lehmann theilt dieselben in drei Kategorien:

in solche, die vermöge ihrer physischen Eigenschaften zum directen Aufbau des Organismus beitragen;

in solche, die vermöge ihrer chemischen Natur gewissen Oekonomiezwecken des Körpers dienen; und endlich

in solche, die zufällig oder doch ohne besondere Bedeutung in den Organismus gelangen und wieder ausscheiden.

Wir beginnen mit jenen Stoffen, die vermöge ihrer Zusammensetzung zum directen Aufbau des Organismus beitragen. Abgesehen vom Wasser, welches wir bereits erörterten, wenden wir uns in erster Linie zum:

Phosphorsauren Kalk.

Phosphorsaurer Kalk.

$3\,CaO,\ PO_5$

Allgemeine Bemerkungen über phosphorsaure Salze.

Die gewöhnliche mit Phosphorsäure bezeichnete Verbindung ist eine dreibasische Säure, hat somit die Formel $3\,HO,\ PO_5$. Je nachdem nun ein, zwei oder drei Aequivalente Wasser durch Basen substituirt sind, pflegte man die entsprechenden Salze verschieden zu benennen, so z. B. nannte man bisher:

a) $3CaO,\ PO_5$: basisch phosphorsauren Kalk,
b) $2CaO,\ HO.PO_5$: neutralen phosphorsauren Kalk.
c) $CaO,\ 2HO.PO_5$: sauren phosphorsauren Kalk.

Es ist diese Bezeichnung aber eine ebenso unwissenschaftliche als irrthümliche. Alle diese Salze a, b und c sind dreibasische Salze, da sich das Wort dreibasisch nur auf die Säure allein bezieht. Neutral ist nur das Salz a, weil in ihm alle Aequivalente Wasser durch Basen substituirt sind, die Säure somit ganz gesättigt ist. Die Salze b und c sind beide saure Salze. Scherer schlägt vor a) mit dreidrittel dreibasisch-phosphorsaurem Kalk, b) mit zweidrittel dreibasisch, und c) mit eindrittel dreibasisch-phosphorsaurem Kalk zu bezeichnen. Es kann hier dann weiter kein Irrthum obwalten, da mit der Benennung auch die Zusammensetzung des Salzes vollständig gegeben ist. Bekanntlich entsteht aus der dreibasischen Phosphorsäure bei einer Temperatur von 213° C. eine neue Phosphorsäure, die nur zwei Aequivalente Wasser hat, somit auch nur zweier Aequivalente Base zur Sättigung bedarf. Diese Säure heisst zweibasische oder Pyrophosphorsäure. Bei längerem Erhitzen der Pyrophosphorsäure bildet sich endlich eine anderweitige Phosphorsäure, die nur ein Aequivalent Wasser, respective Base hat, die einbasische oder Metaphosphorsäure. So einfach all' diese Verhältnisse sind, so finden doch nicht selten Verwechslungen statt, und es wird der zweidrittel dreibasische phosphorsaure Kalk bald neutraler phosphorsaurer, bald zweibasisch phosphorsaurer Kalk genannt, indem man das Wort zweibasisch fälschlich für zweidrittel dreibasisch annimmt.

Ein genaueres Bezeichnen der verschiedenen Modificationen und Salze der Phosphorsäure ist aber darum unerlässlich, weil so manche physiologische Vorgänge nur durch wechselnde Bildung der erwähnten verschiedenartigen phosphorsauren Salze erklärt werden können. Zudem sind die phosphorsauren Salze des Organismus recht eigentliche Inquilinstoffe, da sie insgesammt resorbirt und erst nach mannigfachen Veränderungen fast ganz durch den Harn und nur in sehr geringer Menge durch die Excremente ausgeschieden werden.

Einfuhr des phosphorsauren Kalkes.

Der phosphorsaure Kalk gelangt meist von geringen Mengen phosphorsaurer Talkerde begleitet, durch die Nahrung als zweidrittel und dreidrittel dreibasisches Salz, seltener wie z. B. in sauren Suppen, als eindrittel dreibasisch-phosphorsaures Salz in den Körper. In der Ackerkrumme ist wohl stets dreidrittel dreibasisch-phosphorsaurer Kalk; die Pflanzen enthalten aber immer zweidrittel dreibasisches Salz. Es wirkt hier die Kohlensäure des Humus, wie anderwärts Milch- oder Essigsäure, in dem sich der dreidrittel dreibasisch-phosphorsaure Kalk umsetzt in: kohlensauren Kalk und zweidrittel dreibasisch-phosphorsauren Kalk. Letzteres Salz ist löslich und kann von der Pflanze resorbirt werden. Der Magensaft wirkt analog; schwerlösliche Phosphate wandelt er in leichter lösliche um. Im Darmkanal, wo die alkalischen Sätte der Galle und des Pancreas zufliessen, müsste nothwendigerweise das unlösliche, neutrale Kalksalz wieder hergestellt werden, wenn hier nicht Albumin insofern intervenirte, dass sich Albuminkalk bildet, und das unlösliche neutrale, kalkreiche Phosphat somit abermals als lösliches, saures, kalkärmeres Salz passiren kann. Es gelangt auf diese Weise das lösliche Kalkphosphat in die Blutbahn, begleitet von Albuminkalk, kommt so zum Periost und hier scheint der Albuminkalk sich zu zersetzen. Es entsteht wieder dreidrittel dreibasisches Kalkphosphat, welches dann sogleich deponirt wird, und das freigewordene Albumin wandelt sich vielleicht in Glutin um, oder geht als Albuminnatron wieder in der Blutbahn weiter. Wie das unlösliche dreibasische neutrale Kalkphosphat im Knochen selbst

Wanderung durch den Körper, physiologische Function.

sich in eine lösliche Modification umwandelt, um aus dem Knochen wieder ausgeschieden zu werden (was ja im steten Stoffwechsel geschehen muss) ist für gesunde Knochen noch nicht entschieden. Ausfuhr: im gesunden Knochen.

Milne Edwards schliesst aus der Thatsache, dass kohlensäurehältiges Wasser phosphorsauren Kalk auflöst, auf eine ähnliche Wirkung der kohlensäurehältigen Ernährungsflüssigkeit auf das Kalkphosphat des Knochens. Es würde sich demnach ein Theil des phosphorsauren Kalks in löslichen, sauren phosphorsauren Kalk verwandeln, gleichzeitig kohlensaurer Kalk gebildet und theilweise ausgeschieden werden. Für die Abscheidung des Phosphates aus kranken Knochen scheinen Säuren vermittelnd zu wirken; im pathologischen Knochen, wo Schwund der Substanz eingetreten war, so bei Caries, Osteomalacie, wurde nämlich saure Reaction gefunden. Durch Kalkabgabe an diese fraglichen Säuren, kann man sich hier das unlösliche Kalksalz zu einem löslichen umgewandelt vorstellen, und hiermit die Ausscheidung desselben, respective den Schwund der Knochen erklären. Auch für den physiologischen Process glaubte v. Recklingshausen eine ähnliche Theorie aufstellen zu können. Vom Periost bis zum Markraum wären, ihm zu Folge, verschiedene Phosphate zu vermuthen, so zwar, dass unmittelbar unter dem Periost das neutrale dreibasische Kalkphosphat, gegen den Markraum zu das zweidrittel dreibasische Kalkphosphat sich vorfände. v. Recklingshausen glaubte auch den phosphorsauren Kalk der Knochen nicht als insgesammt neutrales dreidrittel dreibasisches Salz annehmen zu dürfen, da vermöge seiner Analysen nachgewiesen wäre, dass hierzu der Kalk des Knochens nicht ausreiche. Wiederholte Untersuchungen ergaben jedoch, dass die früheren Analysen, welche die Phosphorsäure als gänzlich mit Kalk gesättigt, und nebstbei noch einen als Fluorcalcium zu berechnenden Kalküberschuss angaben, vollkommen richtig seien und somit in dieser Beziehung der Austritt des Kalkphosphates sich nicht erklären lasse. im pathologisch veränderten Knochen.

Die Ausscheidung des phosphorsauren Kalks vermindert sich trotz gleichbleibender Einfuhr in der Anomalien der Ausfuhr:

in der Schwangerschaft in Krankheiten.

Schwangerschaft (Scelett des Fötus); ebenso die Ausscheidung der Phosphate insgesammt in der Pneumonie und ähnlichen acuten Leiden. Im Resorptionsstadium dieser exsudativen Processe nimmt die Ausscheidung dann wieder zu. Im Diabetes gehen viel Phosphate ab, in der Rachitis bisweilen sehr grosse Mengen Kalkphosphat. In der Dentition werden viel Phosphate entleert, dann aber beim Auftreten der Zähne wenig.

Phosphorsaure Bittererde.

$3\,MgO.\,PO_5$.

Alles bisher vom phosphorsauren Kalk Gesagte gilt auch von der phosphorsauren Bittererde. Sie bildet einen Bestandtheil der Gewebe, Flüssigkeiten hauptsächlich aber der Knochen, wenn auch in geringer, Menge, und ist im Allgemeinen leichter löslich, als das entsprechende Kalksalz.

In Berührung mit Ammoniak bildet sie häufig das sogenannte Trippelphosphat, d. i. phosphorsaure Ammoniak-Magnesia $2MgO, NH_4O . PO_5 + 12$ aq. in grossen, kaum zu verwechselnden, Sargdeckel ähnlichen Crystallen. An und für sich kein normaler Bestandtheil des Organismus, bildet sich dieses Salz bei allen thierischen Fäulnissprocessen, findet sich daher im alkalischen Harn, Excrementen, besonders typhösen, und in oft sehr bedeutenden Massen als Darmstein bei Pflanzenfressern.

Phosphorsaure Erden fallen in ihren Lösungen durch Zusatz von Ammoniak. Näheres über Nachweis und Bestimmung der Phosphate folgt im speciellen Theile.

Fluorcalcium,

CaF

ist in der Ackerkrumme und in vielen Samen enthalten, kommt also durch die Nahrung dem Organismus zu, wo wir es hauptsächlich in den Knochen abgelagert finden. Assimilation und Ausscheidung desselben sind uns unbekannt.

Kohlensaurer Kalk.

$CaO.\,CO_2$.

In allen Thierorganismen verbreitet, findet er sich hauptsächlich im Skelett der wirbellosen Thiere.

Bei den Wirbelthieren kommt er zumeist in den Knochen vor, auch im Harn der Pflanzenfresser. Wir beziehen ihn meist mit dem Trinkwasser als doppeltkohlensauren Kalk und mit vegetabilischen Speisen. Im Organismus selbst kann sich wohl auch kohlensaurer Kalk als Umsetzungsproduct bilden. Einfuhr.

Der kohlensaure Kalk scheint im Alter abzunehmen. Im Neugebornen und bei der Callusbildung mag wohl bei der Zersetzung des löslichen Kalkalbuminates, aus dem Kohlenstoff des Albumins, welches sich in Glutin umzuwandeln scheint, kohlensaurer Kalk gebildet werden. Der kohlensaure Kalk verhält sich zum phosphorsauren Kalk, wie folgt:

	$CaO.CO_2$	zu	$3CaO.PO_5$.
Knochen eines Neugebornen	1	:	3.8
„ „ Erwachsenen	1	:	5.9
„ „ 63jähr. Greises	1	:	8.1

Im Callus nimmt der Gehalt an kohlensauren Kalk zu, in cariösen Knochen sehr ab.

Ueber die physiologische Function des kohlensauren Kalkes wissen wir nichts Bestimmtes, ausser seiner steten Umsetzung mit phosphorsauren Salzen zu phosphors. Kalk. Physiologische Function.

Seine Ausscheidung erfolgt als Bicarbonat (?) und als phosphors. Kalk, ausgenommen in pathologischen Processen. So finden wir kohlensauren Kalk in verkreideten Tuberkeln, Arterienverknöcherungen, Otolithen, Speichelsteinen, Drüsensteinen, in Pancreas-Thireoidea-Lebersteinen. Ausfuhr.

Kohlensaure Bittererde,

$MgO.\ CO_2$

ist ein sehr geringmassiger aber treuer Begleiter des kohlensauren Kalks. Sie ist ziemlich leicht löslich, häuft sich daher schwer an und wird meist rasch wieder ausgeschieden.

Wir wenden uns nun zu jenen anorganischen Körpern, die vermöge ihrer chemischen Natur gewissen Oekonomiezwecken des Körpers dienen:

Chlorwasserstoffsäure.

HCl

Chlorwasserstoffsäure kommt im Magensaft vor. Näheres darüber beim Magensaft. Salzsäure.

Chlornatrium. — Chlorkalium.

NaCl. — KCl.

Chlornatrium. Chlorcalium.

Uns berühren zunächst Chlornatrium und Chlorkalium, welche Salze wir insgemein Chloride nennen. Bei der bisher noch wenig unterschiedenen physiologischen Function dieser Chloralkalien berechnet man gemeiniglich das Chlor als Chlornatrium.

Einfuhr.

Die Chloride kommen zur Einfuhr theils in mehr minder reinem Zustand als Würze der Speisen (Kochsalz), theils als integrirender Bestandtheil der Vegetabilien und des Fleisches.

Wir wollen das wahrhafte Bedürfniss an Kochsalz nicht weiter erörtern. Der hohe Werth des Salzes bei salzarmen Völkern, das Wandern des Wildes zu Salzlachen u. dgl. sind bekannte Thatsachen. Das Salzbedürfniss scheint in den höhern Breitegraden zu steigen; mag sein, dass in dichterer Luft, wo in gleichem Volumen mehr Sauerstoff enthalten, somit energischere Oxydation möglich ist, auch mehr Kochsalz vertragen wird. Das Kochsalz ist vorzüglich in den flüssigen Bestandtheilen des Organismus angesammelt. Es gelangt wegen seiner bedeutenden Löslichkeit leicht in alle Theile des Körpers.

Physiologische Function.

Für den Stoffwechsel scheint das Kochsalz einer der bedeutendsten Factoren zu sein.

Es ist sowohl Lösungs- als auch Fällungsmittel der Albuminate, es verbindet sich in bestimmten Mengen mit Krümmelzucker und Harnstoff, und scheint für letzteren Körper recht eigentlich Aufnahme und Uebergang in den Harn zu vermitteln. Der Gehalt des Magensaftes an freier Salzsäure rührt von Zersetzung des Chlornatriums her, ebenso die Bildung von kohlensaurem Natron im Thierorganismus, wo von kohlensauren Salzen nur kohlensaures Kali zur Einfuhr kam. Der Gehalt des Blutes an einer ziemlich constanten Menge Kochsalzes dürfte ferner für das autsaugende Princip des Blutes, respective den Uebergang der assimilationsfähigen Nährstoffe ins Blut von grösster Bedeutung sein. Endlich ist jede grössere Neubildung, zumal von zelligen Elementen, sehr kochsalzreich.

Boussingault's Fütterungsversuche mit und ohne Kochsalz an Thieren, ergaben, dass die der Kochsalzzufuhr beraubten Thiere, ohne gerade an Fleisch und Fett zu verlieren, doch die Glätte und Weiche ihrer Behaarung einbüssten und ein mehr kaltes, indolentes Temperament zeigten.

Physiologische Consequenzen einer vermehrten NaCl Einfuhr.

Grössere Kochsalzzufuhr wird durch vermehrte Ausscheidung in der Blase compensirt, doch soll ein andauernd zu grosser Chlornatriumgenuss Scorbut bedingen.

Heilpotenz der Soolbäder.

Wir erwähnten der Eigenschaft des Kochsalzes Albumin zu lösen, und es mag wohl die gerühmte Heilkraft der Soolkuren u. dgl. durch vermehrte Lösungsfähigkeit von Albuminaten und etwa auch Phosphaten und den in den Drüsen pathologisch angehäuften Depositen, hiermit zusammenhängen.

Ausfuhr.

Die Ausfuhr findet auf normalem Weg durch den Harn und in geringer Menge durch Schleim, Schweiss statt, so dass immer etwas weniger Kochsalz abgeht, als mit der Nahrung aufgenommen wurde. Je geringer die Kochsalzzufuhr ist, desto vollständiger findet die Ausfuhr durch den Harn statt, und wird dieselbe durch niedere Temperaturen ebenfalls vermehrt. Es mag hier bemerkt werden, dass entsprechend grösseren Mengen Kochsalzes auch mehr Harnstoff zur Ausscheidung kommt, doch machen pathologische Vorgänge im Organismus hier Ausnahmen. Trotz unverminderter Zufuhr sinkt die Ausscheidung im Harn oft gewaltig, so in recenten Exsudationsprocessen bei Pneumonie, Pleuritis, Typhus, Pericarditis u. dgl.

Ausfuhr in pathologischen Processen.

Es enthält die Harnasche durchschnittlich 22.9 % Chlornatrium, und Scherer fand den Kochsalzgehalt der Asche eines pleuritischen Exsudates einmal mit 73,5 %. Während in 24 Stunden von einem gesunden Menschen bei gemischter Nahrung etwa 9 bis 12 Gramm Kochsalz secernirt werden, sinkt die Ausscheidung beim Infiltrationsstadium der Pneumonie, trotz Kochsalzzufuhr bis auf 0.3 Gramm, und der Harn enthält bisweilen weniger Kochsalz als das Wasser, welches der Kranke getrunken.

Am tiefesten und raschesten sinkt der Kochsalzgehalt des Harns bei der Pneumonie. Im Typhus nehmen die Chloride viel langsamer und nie so bedeutend ab, als in der Pneumomie. Bei Pericarditis (häufig in Folge von Gelenksrheumatismus) nehmen dieselben fast ebenso rasch, wie in der Pneumonie ab, doch hindern hier die vorhergehenden Erscheinungen an Verwechslung. In der Pleuritis sinkt der Kochsalzgehalt zwar auch rasch, aber steigert sich in Kürze wieder.

Nachweis des Kochsalzes im Organismus.

Wir überzeugen uns vom Kochsalzgehalt des Organismus, indem wir theils solches in der Asche beliebiger Organe u. dgl. aufsuchen, theils gewisse thierische Flüssigkeiten, z. B. Harn, eiweissfreies Serum u. dgl. directe auf Kochsalz prüfen.

Qualitative Bestimmung.

Vorerst stellt man immer eine qualitative Prüfung an. Zu dem Zweck gibt man vom wässerigen Aschenauszug oder vom Harn eine geringe Menge, etwa 10 bis 15 C.-C., in ein kleines Kelchgläschen, und giesst etwas reine, concentrirte Salpetersäure zu. Es gibt sich hierbei, wie wir später sehen werden, Albumin zu erkennen. Der Zusatz der Salpetersäure verhindert, dass sich nicht neben Chlorsilber auch phosphorsaures Silber niederschlage, und zu Täuschungen über den Chlorgehalt Anlass gebe.

Ist nur eine, nur einigermassen erhebliche Menge Kochsalz vorhanden, so entsteht alsbald auf weiteren Zusatz einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd (etwa 1 zu 10) ein charakteristisch käsig-klumpiger Niederschlag von Chlorsilber, welcher selbst beim Umschütteln, wenn auch etwas zerstäubend, sehr bald wieder zu Boden fällt. Dieser Niederschlag behält z. B. im Harn bis zu einem Gehalt von 4 Gramm Kochsalz im Litre (0.4 %) noch die eben beschriebene Dichtigkeit und Schwere. Von da ab bis zum gänzlichen Mangel an Kochsalz wird er immer weniger compact, endlich nur mehr milchähnlich, und zeigt sich bei geringsten Mengen durch weissliches Opalisiren an.

Vielfache Uebung erlaubt aus dem qualitativen Nachweis allein schon einen approximativen Schluss auf die Quantität des vorhandenen Kochsalzes zu machen.

In vielen Fällen ist's jedoch von grossem Interesse, die Menge des ausgeschiedenen Kochsalzes genauer zu wissen, wie z. B. bei Fragen, die den Stoffwechsel betreffen, bei verminderter Kochsalz-Ausscheidung in Pneumonien u. dgl.

Quantitative Bestimmung.

Man bestimmt nur die Menge des in einer Flüssigkeit (wässriger Aschenextract, Harn, eiweissfreies Blutserum) enthaltenen Kochsalzes entweder directe mittelst Fällung und Wägung, oder indirecte auf massanalytischem Weg. Bei der directen Bestimmung fällt man das Chlornatrium mit salpetersaurem Silberoxyd, lässt den Niederschlag im Dunkeln gut absetzen, filtrirt, verbrennt das Filter und das darauf befindliche Chlorsilber, glüht, wägt und berechnet aus dem nunmehr bekannten Gewicht des Chlorsilbers den Werth für Kochsalz.

Methoden.

Die indirecte Bestimmung durch Massanalyse wird entweder nach Liebig's oder Levols, von Mohr verbessertem Verfahren ausgeführt.

Princip der Liebig'schen Methode.

Meth. Liebig's.

Kochsalz in einer Lösung, die zugleich Harnstoff enthält, setzt sich, mit salpetersaurem Quecksilberoxyd versetzt, zu salpetersaurem Natron und Quecksilberchlorid um. Ist aber das Kochsalz ganz verbraucht, so wird der nächst zugesetzte Tropfen der Quecksilberlösung einen bleibenden Niederschlag von Harnstoffquecksilberoxyd (1 Harnstoff + 4 Quecksilberoxyd) erzeugen, und aus der, bis zu diesem Niederschlag verbrauchten Anzahl von C. C. der salpetersauren Quecksilberoxydlösung wird ein Schluss auf die betreffende Kochsalzmenge gemacht.

Princip der Levol-Mohr'schen Methode.

Meth. Mohr's.

Salpetersaures Silberoxyd fällt in einer chromsaures Kali enthaltenden Kochsalzlösung zuerst alles Chlor als weisses Chlorsilber; der nach vollendeter Umsetzung des Kochsalzes zunächst einfallende Tropfen der Silberlösung erzeugt einen rothen Niederschlag von chromsaurem Silberoxyd und markirt hierdurch den Kochsalzgehalt der zu prüfenden Flüssigkeit.

Nähere Details über die genaue Ausführung der eben angeführten Methoden finden sich im speciellen Theil bei der Untersuchung der thierischen Flüssigkeiten.

Kohlensaures Natron,

$NaO.\ CO_2$,

Einfuhr.

nebst etwas kohlensaurem Kali finden sich durch die Alimente eingeführt, unzweifelhaft im Thierkörper, in Blut, Lymphe, Chylus, Harn. Wohl zu beachten ist, dass beim Einäschern organischer Stoffe vielfach künstlich kohlensaure Alkalien sich bilden, dass ferner, wie Wöhler nachgewiesen, pflanzensaure Alkalien in den Harn als kohlensaure Alkalien übergehen. Lothar Meyer zeigte, dass aus dem Blut, nachdem die freie Kohlensäure entfernt wurde, durch Zusatz von Weinsäure noch beträchtliche Mengen Kohlensäure frei wurden und bewies dadurch, dass im Blute lösliche kohlensaure Salze existiren.

Physiologische Function.

Ihre physiologische Function ist uns etwas dunkel. Liebig glaubt, das kohlensaure Natron des Blutes sei der Träger aller Kohlensäure, welche von den Capillaren in die Lungen übergeführt, dort z. B. durch Sauerstoff verdrängt werde, dann aber ein Bicarbonat bilde, sich solcherart localisire, um hieraus je nach Umständen wieder frei zu werden.

Das kohlensaure Natron scheint nach Scherer auch im regen Verkehr mit dem Eiweiss und dem Oxydationsprocess im Körper zu stehen.

Je mehr Kohlensäure im Körper gebildet wird, desto mehr entsteht kohlensaures Natron im Blut und destomehr gibt es neutrales Albumin. Wird aber nun sehr viel Albumin genossen, so wirkt es gleichsam als Säure, es zersetzt sich das kohlensaure Natron, und es entsteht wieder freie Kohlensäure. Organische für sich allein schwer oxydirbare Körper oxydiren sich ferner leichter bei Gegenwart von Alkalien.

Ausfuhr.

Endlich geben die kohlensauren Alkalien die beste Gelegenheit dem Organismus zugeführte, oder in ihm erzeugte Säuren zu sättigen. Ausgeschieden werden die kohlensauren Alkalien zumeist durch den Harn, den selbe bei allzureicher Zufuhr in der Nahrung bisweilen

alkalesciren. Da die Beurtheilung der Reaction thierischer Flüssigkeiten öfters von Belang ist, so hat man hierbei natürlich Nahrung, Medikamente u dgl. wegen etwaigen Gehalt an alkalische Reaction bewirkenden Bestandtheilen, wohl zu berücksichtigen.

Phosphorsaure Alkalien.

$2KO, HO.PO_5$. — $2NaO, HO.PO_5$.

Die Nahrung einerseits, der Oxydationsprocess des Körpers, der den Phosphor der Albuminate verbrennt, andererseits, sind uns genügende Quellen für die Einfuhr und Bildung der phosphorsauren Alkalien. Einfuhr.

Betreffs ihrer Vertheilung und physiologischen Function im Körper wissen wir, dass Kaliphosphate mehr in den Blutkörperchen, Muskeln, Fleisch, Drüsen, kurz in den festen Bestandtheilen, dass hingegen Natronphosphate mehr im Blutserum, in Secreten und Säften, Chylus, Galle, Harn prävaliren. Physiologische Function.

Im Magensaft finden sich wenig Alkaliphosphate, in den Excrementen fast gar keine.

Verfolgen wir nun die physiologische Rolle eines Alkaliphosphates.

Mit der Nahrung kommt zweidrittel dreibasisch phosphorsaures Natron ($2NaO, HO.PO_5$) in den Magen. Hier wirken Milchsäure und die freie Salzsäure des Magens allsogleich ein. Es entsteht z. B. Chlornatrium und eindrittel dreibasisch phosphorsaures Natron ($NaO, 2HO.PO_5$). Mit der Galle und beim Eintritt ins Blut gelangt wieder soviel Natronsalz zur Umsetzung, dass sich neuerdings zweidrittel, ja sogar dreidrittel dreibasisch phosphorsaures Natron bildet. Kaum entstanden, wird es abermals zersetzt, da die Kohlensäure des Blutes hierzu ausreicht; es bildet sich demnach wieder $2NaO, HO.PO_5$.

Wir sehen hier einen steten Wechsel des Salzes, je nach seiner physiologischen Localisirung.

In den Muskeln, welche im ruhenden Zustand wohl keinen, aber dafür je nach grosser Anstrengung einen zunehmenden Gehalt an Milchsäure besitzen mag, bald dreidrittel, bald zweidrittel dreibasisch phosphorsaures Natron prävaliren. Auch im Harn wechselt

die Zusammensetzung der Phosphate und es ist nicht immer richtig, die saure Reaction des Harnes auf ein saures Phosphat zu beziehen. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass in allen thierischen Säften, die sauer reagiren, sich Alkaliphosphate finden, wenigstens ist die Asche solcher Fluiden viel reicher an phosphorsauren Salzen, als eine aus alkalischen Thiersäften gewonnene Asche.

Die Alkaliphosphate sind also den Gewebsflüssigkeiten, sowie den Geweben selbst eigenthümlich, sowie etwa die Carbonate dem Blut, leider aber ist die specifische Rolle der Alkaliphosphate im Stoffwechsel noch immer nicht bestimmt anzugeben, sondern noch mehr minder der Hypothese anheimgestellt.

Die Alkaliphosphate werden in ihren Lösungen durch Zusatz von Ammoniak-Magnesia gefällt. Die Phosphorsäure für sich kann auch durch Zusatz von essigsaurem Natron und Eisenchlorid als phosphorsaures Eisenoxyd präcipitirt werden.

Ausfuhr.

Bezüglich der Ausscheidung der Alkaliphosphate erwähnten wir bereits, dass sie zumeist durch den Harn und nur spurenweise mit den Excrementen den Organismus verlassen. In pathologischer Beziehung verweisen wir auf die Besprechung der Phosphate bei den Erdphosphaten.

Eisen.

Fe.

Einfuhr.

Das Eisen gelangt mittelst Nahrung, Medicamente u. s. f. in den Körper, um dort eine gewiss bedeutsame, aber heutzutage noch wenig erforschte Rolle zu spielen. Es ist zumeist in den Blutkörperchen und zwar in Verbindung mit dem rothen Blutfarbstoff enthalten, ohne jedoch, wie man früher glaubte, die rothe Farbe des Blutes zu bedingen. Blutfarbstoff bleibt auch nach Entziehung alles Eisens wesentlich roth.

Physiologische Rolle.

In der Milz wurde milchsaures und phosphorsaures Eisen nachgewiesen. Im Blut dürfte es auch als Eisenphosphat enthalten sein, und es ist bemerkenswerth, wie auch bezüglich des Eisengehaltes ein inniger Zusammenhang der Milz mit dem Blutleben stattzuhaben scheint.

Liebig's Theorie, der zu Folge das arterielle Blut Eisenoxydhydrat, das venöse Blut Eisenoxydul enthält und letzteres sich durch Sauerstoffaufnahme in oxydhältiges, arterielles umwandelt, ist derzeit noch nicht erwiesen.

Wir wenden uns schliesslich zu jenen anorganischen Stoffen, die auf die physiologischen Processe ohne grösseren Einfluss sind, somit theils als Producte regressiver Bildung, theils als zufällig in den Organismus gelangt zu betrachten sind.

Schwefelsaure Alkalien.

KO, SO_3 und NaO, SO_3.

Einfuhr.

Wir führen diese Salze in den Nahrungsmitteln und dem Wasser ein. Schwefelsaure Salze als solche dem Organismus zugeführt, werden sehr geringmassig assimilirt, sondern meist durch den Darmcanal fortgeschafft, zersetzen sich dort, und geben Anlass zur Bildung von Schwefelmetallen und Schwefelwasserstoff.

Physiologische Function.

Wir erhalten aber auch mit den Eiweisskörpern unserer Nahrung nicht unbeträchtliche Mengen unoxydirten Schwefels, der den Organismus nur im oxydirten Zustand, als schwefelsaures Salz verlässt. Schwefel ist vorzüglich vertreten im Harnstoff, in den Haaren u. s. w. Interessant ist uns insbesonders eine Verbindung des unoxydirten Schwefels, das Schwefelcyankalium. Im Speichel vorkommend wird es durch Eisenoxydsalze roth gefärbt, und büsst diese Färbung selbst bei vorsichtigem Salzsäurezusatz nicht ein, während eine ähnliche rothe Färbung, wenn selbe durch essigsaures oder ameisensaures Eisenoxyd bedingt ist, auf Salzsäurezusatz verschwindet. Eine Theorie dieser Cyanverbindung im Organismus zu geben, ist heutzutage noch nicht möglich, vielleicht bindet sich Schwefel und Cyan ähnlich, wie man Cyansäure und Ammoniumoxyd im Harnstoff sich verbunden vorstellt. Wie oben bemerkt, aller Schwefel der Einfuhr wird als schwefelsaures Salz ausgeschieden, und diese Ausscheidung ist somit ein wahres Mass des Stoffwechsels.

Bildung von Rhodankalium.

Nachweis der Schwefelsäure.

Wir weisen die Schwefelsäure, respective die Sulfate durch Versetzen der betreffenden Lösungen mit Chlorbarium und Salzsäure nach. Es fällt unlöslicher schwefelsaurer Baryt.

Die Sulfate sind im Allgemeinen als Product regressiver Stoffmetamorphose zu betrachten und ist bisher eine eigentlich physiologische Rolle derselben nicht bekannt. In pathologischer Beziehung constatiren wir in allen acuten Entzündungskrankheiten mit Fieberbewegung eine vermehrte Ausscheidung. Bisweilen tritt bei Resorption eines Exsudates, Resolutionen, sogenannten Krisen, eine auffällig vermehrte Ausfuhr der Sulfate ein. Es mag dies z. B. im Resolutionsstadium der Pneumonie ganz wohl durch das Freiwerden der erkrankten Lungenpartien, somit vermehrte Oxydation und entsprechend gesteigerte Schwefelsäurebildung erklärt werden.

Verhalten der Schwefelsäure in pathologischen Processen.

Ausfuhr.

Im Durchschnitt entleeren wir 1.50 bis 2.50 Gramm. an Alkalien gebundene Schwefelsäure in 24 Stunden.

Mangan.

Mn.

Wo Eisen, dort ist auch fast immer Mangan zu finden, und so wurde auch in Blut, Galle, Harn u. dgl. Mangan nachgewiesen. Bestimmtes über die Function des Mangans wissen wir nichts.

Kupfer,

Cu,

ist in äusserst geringer Menge im Organismus nachgewiesen worden. Gewissen niederen Thierklassen eigenthümlich, scheint es im menschlichen Organismus nur zufällig vorzukommen.

Blei — Quecksilber.

Pb, Hg,

Blei und Quecksilber durch Intoxication oder Medicamente dem Organismus zugeführt, werden bei der Analyse des Harns im speciellen Theil näher besprochen werden.

Organische Bestandtheile des Thierkörpers.

Literatur: Lehmann: Lehrbuch der physiolog. Chemie. 2. Aufl. 1853. — Gorup-Besanez: Lehrbuch der physiolog. Chemie 1862. — Liebig: Chemische Briefe. — Moleschott: Diätetik. 2. Aufl. 1839. — Bischoff und Voit: Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. 1860. — Bidder u. Schmidt: Verdauung und Stoffwechsel. 1852. — Heller: Archiv für physiolog. u. patholog. Chemie. 1845, 1846. — Brüke: Gerinnung des Blutes. Archiv für pathol. Anatomie Bd. XII. — A. Schmidt: Gerinnung der Faserstoffes. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1861. Heft V. u. VI. — Ludwig: Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. — Meissner: Zeitschrift für rationelle Medizin, 3., Band VII u. VIII. — Brüke: Ueber Zucker. Wien. allg. med. Zeit. 1860. — Brüke: Sitzungsber. der k. Acad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. XXXIX Nr. 10. — Sehr gut zusammengestellt findet sich die Literatur bis 1858 in Lehmann's Zoochemie, neuestens in Gorup-Besanez's Lehrbuch der physiolog. Chemie. 1862. Scherer's Fachberichten in Canstatt's Jahresber. Schmidt' Jahrbüchern und Schneider's Fachberichten in den Jahrbüchern der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien. Eine Reihe von höchstinteressanten einschlägigen Arbeiten rühren von Scherer, Gorup-Besanez, Städler, Frerichs, Claude-Bernard, Brüke u. A. her.

Organische Bestandtheile des Thierkörpers.

Die organischen Stoffe des Thierleibes erleiden im Stoffwechsel die mannigfachsten Veränderungen und Umsetzungen zum Theil so zusammengesetzter Natur, dass die Verfolgung der einzelnen Processe, die auf- und absteigende Complicirtheit der chemischen Verbindungen, endlich die so wechselnden Bedingungen, unter welchen der Chemismus vor sich geht, Schwierigkeiten der Beobachtung und des Experimentes bedingen, welche eine klare Anschauung auch nur der wichtigsten physiologischen Functionen von chemischer Seite aus noch sehr beeinträchtigen. Wir kennen wohl einzelne Sprossen der grossen Umwandlungsleiter, aber deren Gesammtheit:

der Stoffwechsel ist uns bis jetzt Geheimniss geblieben, wenn gleich bedeutende und rege Kräfte daran arbeiten, den Schleier zu lüften.

Die bisher besprochenen anorganischen Stoffe treten mehr minder geringmassig mit den organischen Stoffen in den Körper als Nahrungsmittel im weitesten Sinne ein. Die Nahrungsmittel enthalten eine gewisse Menge für den Organismus nothwendiger und von ihm assimilirbarer Stoffe: Nahrungsstoffe genannt, nebst einer weiteren Menge verschiedener für den Stoffwechsel indifferenter, die eigentlichen Nährstoffe begleitender und umhüllender Materien, die in den Excrementen ihre Abscheidung finden.

Nahrungsmittel.

Nahrungsstoff.

Die Menge der organischen Verbindungen, welche für den Organismus von Bedeutung sind, ist so gross, dass zur bequemeren Betrachtung der wichtigsten unter ihnen eine passende Eintheilung erforderlich scheint. Man theilte nun bisher alle organischen resp. Nahrungsstoffe ein in Respirations- und in plastische Stoffe, oder auch in stickstoffhältige und stickstofflose Körper.

Eintheilung der Nahrungsstoffe.

Eine mehr dem Begriffe der physiologischen Chemie entsprechende Eintheilung scheint uns jene zu sein, welche alle organischen Stoffe des Thierkörpers sondert in solche:

die mehr minder fertig gebildet dem Organismus von Aussen zugeführt und von ihm assimilirt, so auch mehr minder umgesetzt werden, und fast nie im Originalzustand der Einfuhr zur Ausscheidung gelangen (Nahrungsmittel in specie), und in solche,

die im Organismus selbst gebildet werden, und der allgemeinen Rückbildung angehören. (Gorup-Besanez.)

Wir bezeichnen die ersteren als Gewebsbildner, die letzteren als Mauserstoffe, als Producte der Rückbildung.

Die Gedrängtheit unseres Raumes veranlasst bisweilen eine Abweichung von dieser Eintheilung. So kommen z. B. der Mauserstoff Cholestearin bei den Fetten zur Erwähnung, andererseits der Gewebsbildner Haematin bei den Stoffen regressiver Metamorphose.

I. Gewebsbildner.

Hierher zählen die Eiweisskörper und die Fette.

A. Eiweisskörper.

Eiweisskörper, Albuminate, auch Proteinate (von πρωτεύω primus sum) genannt, entstammen theils dem Pflanzen-, theils dem Thierreich. Alle haben gewisse gemeinschaftliche Charaktere, die vorerst ins Auge zu fassen sind.

Eigenschaften.

Sie bestehen aus Kohlenstoff (circa 50—54%), Wasserstoff (circa 7%), Stickstoff (c. 15—17%) und Sauerstoff (circa 25%), enthalten zumeist auch Schwefel (circa 18%) und Phosphor, sowie einige anorganische Bestandtheile, worunter der phosphorsaure Kalk vorherrscht. Sie sind neutral und werden aus ihren Lösungen (lösliche Modification) bisweilen unter Einwirkung von Temperaturserhöhung, Säuren u. s. w. gefällt (unlösliche Modification).

Frisch gefällt sind sie weiss, flockig, ohne saure oder alkalische Reaction amorph, getrocknet sind sie gelbbraun, hornartig, unlöslich in Wasser, Alkohol, verdünnten Säuren u. s. w.

Kaustische Alkalien lösen die Albuminate zu gelblichen Flüssigkeiten, und neutralisirt man nun derlei Flüssigkeit nach einigem Stehen an der Luft mit Essigsäure, so fällt, es mag ursprünglich was immer für eine Proteinverbindung gewesen sein, stets dasselbe Albuminat.

Concentrirte Essigsäure löst die Albuminate, und sie fallen aus dieser Lösung durch Zusatz von gelbem oder rothem Blutlaugensalz.

Concentrirte Salzsäure löst sie in der Wärme und beim Kochen tritt violette Färbung auf.

Concentrirte Salpetersäure löst sie beim Erwärmen mit gelber Farbe (Xanthoprotein).

Salpetrige Säure enthaltendes salpetersaures Quecksilberoxydul färbt, wenn es mit Albuminaten erhitzt wird, dieselben charakteristisch roth (Millon's Probe).

Jod färbt sie gelb. Unter dem Mikroskop wendet man aber noch besser zuerst verdünnte Salpetersäure und dann Ammoniak an. Es tritt hier ebenfalls eine gelbe Färbung der Albuminate auf.

Pflanzliche Albuminate.

Pflanzliche Albuminate.

Da die pflanzlichen Albuminate und deren Abkömmlinge bei der Stoffzufuhr, respective Ernährung, so wesentlich betheiligt sind, so mag eine kurze Betrachtung dieser, eigentlich der Phytochemie zugehörigen Körper hier platzgreifen.

Darstellung derselben.

Knetet man Mehl mit Wasser zu einem dicklichen Teig, schlägt man diesen Teig in ein Tuch und knetet ihn unter Wasser aus, so erhält man eine milchig getrübte Flüssigkeit und einen Rückstand im Tuch. Die Flüssigkeit ist von Amylumkörnern milchig getrübt und enthält nebstbei einen Eiweisskörper, der beim Erhitzen gerinnt,

Pflanzeneiweiss.

und mit dem Namen Pflanzeneiweiss, Pflanzenalbumin bezeichnet wird. Formel und Verhalten stimmen mit dem Bluteiweiss überein.

Im Tuch bleibt ein Rückstand, bestehend aus Fett, Resten von Cellulose und Stärke, unorganischer Substanz, endlich aus einer klebrigen Masse, welche aus zwei Körpern besteht. Zieht man diese Masse mit kochendem Alkohol aus, so bleibt im Rückstand ein brüchiger, unelastischer Körper, der Pflanzen-Kleber. Um ihn zu reinigen, löst man ihn in Alkalien und fällt ihn wieder mit Essigsäure. Er verhält sich ähnlich dem sogenannten Blutfibrin und wird daher auch Pflanzenfibrin genannt. Von etwa noch anhängenden phosphorsauren Salzen reinigt man ihn durch vorsichtige Behandlung mit Salzsäure.

Pflanzenfibrin.

Der alkoholische Extract des Knetrückstandes enthält einen, dem thierischen Leim formelverwandten Stoff:

Pflanzenleim.

das Gliadin, auch Pflanzenleim genannt.

Lässt man Bohnen, Erbsen, Linsen in warmem Wasser aufquellen, zerreibt sie dann zu einem Brei, den man mit Wasser verdünnt und einige Zeit stehen lässt, so setzen sich vorerst das Stärkmehl und die Fasern zu Boden. Versetzt man die überstehende, fett getrübte Flüssigkeit mit Essigsäure, so fällt ein Eiweisskörper, der

ungefähr dieselben Eigenschaften wie das Caseïn der Milch zeigt; wir nennen ihn Pflanzencasein oder Legumin. Einen sehr ähnlichen Körper erhält man durch Extrahiren von Mandeln mit kaltem Wasser und nachherige Fällung mit Essigsäure. Pflanzencaseïn.

Das Legumin bindet sich mit Kalk, daher Hülsenfrüchte in hartem Wasser gekocht, theils durch die sich bildenden Krusten von kohlensaurem Kalk, theils aber auch durch Bildung von Leguminkalk, trotz längerm Kochen nicht weich werden. In wässrigen Leguminlösungen wirkt das Legumin nach einiger Zeit fermentartig; die vorhandene geringe Zuckermenge gährt, es bildet sich Milchsäure, und das Legumin fällt dann spontan in der nunmehr sauer reagirenden Flüssigkeit.

Behandelt man süsse Mandeln mit Wasser, so enthält der Auszug zwei Körper. Wird die Flüssigkeit mit Essigsäure versetzt, so fällt nach einigen Stunden das Legumin. Versetzt man das hiervon erhaltene Filtrat mit Alkohol, so fällt ein Körper, der kaum noch zu den Eiweisskörpern gehört: das Emulsin. Es wirkt als vorzügliches Ferment und verwandelt als solches das Amygdalin der Mandeln in Zucker, Bittermandelöhl und Blausäure. Emulsin.

Erwähnt sei noch ein Körper, der bis jezt zur Sippe der Pflanzen-Eiweissabkömmlinge gerechnet wurde. Man glaubte nämlich, dass beim Keimen der Gerste aus Pflanzenalbumin sich ein neuer Körper die Diastase bilde. Diastase.

Zerdrückt man gekeimte Gerste, digerirt selbe mit Wasser und erhitzt die abgepresste Lösung bis 75°C.: so fällt Albumin. Filtrirt man nun und versetzt das Filtrat mit starkem Alkohol, so entsteht ein flockiger, farbloser, beim Trocknen schrumpfender Niederschlag: die Diastase deren ein Gewichtstheil 2000 Gewichtstheile Amylum in Dextrin umzuwandeln vermag, vorausgesetzt, die Temperatur übersteige nicht 75° C. Nach neueren in Scherer's Laboratorium angestellten Untersuchungen ist die Diastase ein stickstoffloser Körper und wäre desshalb aus den eiweissartigen Körpern auszuscheiden.

Thierische Albuminate. Eintheilung.

Thierische Albuminate.

Die thierischen Albuminate theilen wir mit Gorup-Besanez je nach ihrem Uebergang aus der löslichen in die unlösliche Modification in drei Hauptgruppen, in: Albuminate, die dem lebenden Organismus entzogen, gerinnen, d. i. sich von selbst niederschlagen:

Faserstoff, Parasyntonin:

Albuminate, die beim Erhitzen ihrer Lösung auf 60—70° C. mehr weniger vollständig gefällt werden:

Albumin, Paralbumin, Metalbumin, Globulin, Haematokrystallin.

Albuminate, welche durch Kochen nicht oder nur unvollständig, aber durch Säuren und gewisse Fermente vollständig aus ihren Lösungen gefällt werden.

Caseïn, Syntonin.

Die Albuminate sind im Thierkörper allenthalben verbreitet.

Die nachfolgende Tabelle mag die Vertheilung derselben in Flüssigkeiten und Geweben erläutern.

Es enthalten 1000 Theile:

Flüssigkeiten	Albuminate
Cerebrospinalflüssigkeit	0,9
Humor aqueus der Augen	1.4
Fruchtwasser	7.0
Darmsaft	9.5
Pericardialflüssigkeit	23.6
Lymphe	24.6
Pancreassecret	33.3
Synovia	39.1
Milch	39.4
Chylus	40.9
Blut	195.6
Gewebe	
Rückenmark	74.9
Gehirn	86.3

Gewebe:

Leber	117.4
Thymus (Kalb)	122.9
Hühnerei	134.3
Muskeln	161.8
Mittlere Arterienhaut	273.3
Kristallinse	383.0

Das Verhältniss der festen Stoffe überhaupt zu den Albuminaten zeigt nachstehende Tabelle:

Organische Gewebe und Flüssigkeiten	In 1000 Theilen feste Stoffe	In 100 Theilen fester Stoffe: Albuminate.
Cerebrospinalflüssigkeit	14.4	6.2
Humor aqueus	13.2	10.6
Fruchtwasser	20.4	34.3
Darmsaft	34.7	25.9
Pericardialflüssigkeit	41.1	57.4
Lymphe	41.1	59.8
Pancreasaft	40.8	81.3
Synovia	59.7	65.5
Milch	138.5	28.4
Chylus	80.7	50.6
Blut	210.7	92.8
Rückenmark	314.8	21.9
Gehirn	185.7	46.5
Leber	245.1	47.9
Thymus	210.7	58.3
Hühnerei	265.0	50.7
Mittlere Arterienhaut	306.9	89.1
Muskeln	264,9	61.1
Krystallinse	420.0	90.1

(Gorup-Besanez.)

Bezüglich der Einfuhr, der physiologischen Function und der Ausscheidung der Albuminate des Thierkörpers sind vorerst einige allgemeine Erörterungen nöthig.

Einfuhr der Albuminate

Die Albuminate gelangen meist als solche zur Einfuhr. Wir wissen, dass Pflanzen- und Thieralbuminate grosse Analogien haben, und es erhellt hieraus, dass die Bildung der Albuminate im Thierleib selbst keinen grossen Complex chemischer Operationen erfordert, da mit

der Nahrung fertig oder doch wenigstens sehr ähnlich gebildete Körper dem Organismus zugeführt werden.

Physiologische Bedeutung.

Die Albuminate sind die Hauptbestandtheile des Blutes und der Gewebe, somit recht eigentlich die wichtigsten und zugleich theilweise formgebenden Bestandtheile des Thierleibes. Ihre rasche Zersetzbarkeit und die mancherlei Spaltungsprocesse, welche selbe theils selbst durchmachen, theils anregen, lässt sie auch als vorzügliche Fermente fungiren.

Ausscheidung.

Die Ausscheidung der Albuminate als solche geschieht nur in pathologischen Processen. Im normalen Zustande gehen die Albuminate eine Reihe von Veränderungen und Spaltungen ein, die zuletzt zu verhältnissmässig sehr einfachen Körpern führt, deren Zusammensetzung eine allgemeine Eintheilung, in Stickstoff hältige einerseits, Kohlenstoff und Wasserstoff hältige andererseits, zulässt. Es kann also weniger vom Austritt der Albuminate aus dem Körper als vielmehr von den Verwandlungen derselben im Körper die Rede sein.

Umwandlung unter einander.

In erster Linie stehen hier die Umwandlung verschiedener Albuminate ineinander, sodann aber die Fortbildung derselben zu Körpern, die bei viel gemeinsamen, doch schon eben so viel abweichende Eigenschaften im Vergleich zu den eigentlichen Albuminaten zeigen und desshalb als Abkömmlinge der Albuminate bezeichnet werden. Ein schlagender Beweis für die Verwandlungen und Spaltungen der Albuminate ist der Entwicklungsprocess der Thiere aus dem Ei, welches doch nur Albumin und Caseïn enthält, so wie der Ernährungsprocess des Säuglings, wo das Caseïn der Milch zur Grundsubstanz aller andern Albuminate hinreicht.

Umwandlung in die sogenannten Eiweissabkömmlinge.

Wir finden endlich im Organismus ganze Gruppen von chemischen Verbindungen, die durch Stickstoffgehalt ihren Ursprung von den Albuminaten bekunden und auch ausser dem Organismus künstlich aus den Albuminaten dargestellt werden können, so z. B. Leucin und Tyrosin. Diese Körper so wie andere ausser dem Thierleib derzeit aus Albuminaten nicht darstellbare Verbindungen liegen jedenfalls zwischen den complicirten und Aequivalent reichen Albuminaten und jenen einfacheren Aequivalent armen Körpern, wie z. B. Harnstoff,

Körpern, in denen endlich die Albuminate oder vielmehr deren Elemente (hier der Stickstoff) zur Ausscheidung gelangen.

In Form von Harnstoff verlässt der Stickstoff, in Form von Kohlensäure und Wasser der Kohlen- und Wasserstoff der Eiweisskörper den Organismus, und es wird die Ausscheidung des Stickstoffes der Gesammteinfuhr durch die Harnstoffbildung und entsprechende Secernirung mit dem Harn nahezu ausgeglichen. Im Vergleich der Gesammteinfuhr zur Gesammtausfuhr finden wir stets nur einen kleinen Abgang bei der Ausfuhr, der unter dem Namen des Stickstoffdeficits wohl bekannt ist. Endliche Ausscheidung in Harnstoff, Kohlensäure, Wasser. Stickstoffdeficit.

Wir wenden uns nun zu den einzelnen Eiweisskörpern und folgen hier der Arbeit Brücke's über die albuminoiden Substanzen des Blutes (allg. Wien. med. Ztg 1859).

Albumin.

Albumin, wie es im Blutserum, im Eiweiss des Eies vorkommt, gerinnt in seinen neutralen oder schwachsauren Lösungen bei 65—95° C., während das Casein der Milch beim Kochen nur eine sich lange hindurch erneuernde Haut bildet; Albumin wird durch verdünnte Pflanzensäuren und Phosphorsäure nicht gefällt und scheidet sich auf diese Art von Casein und Legumin. Albumin.

Gelatinirt man Hühnereiweiss durch langsames Zusetzen von concentrirter Kalilauge, schneidet man diesen Gelée in Stücke und wäscht selbe lange mit destillirtem Wasser aus, so hat man endlich alles nicht chemisch gebundene Kali ausgelaugt, und es bleibt ein Körper, Lieberkühn's festes Kalialbuminat, zurück, der für eine Verbindung von je einem Aequivalent Kali und Albumin gehalten wird. Löst man diese Verbindung in lauem Wasser, so verhält sie sich beim Kochen wie Casein, gerinnt in Häuten, fällt durch Essigsäure u. dgl. Es scheint somit das Casein nur Albumin zu sein, welches mit dem Natron der Milch die erwähnten Processe eingeht. Einigen Angaben zu Folge soll künstliches Kali- und Natronalbuminat mit Michzucker und Butter in eine passende Lösung gebracht durch Labmagen, ja sogar Lieberkühn's Kalialbuminat und dessen Analogie mit Casein.

bei längerem Stehen an der Sonne spontan gerinnen. Das wahrhafte Kennzeichen für Albumin ist die Gerinnung beim Kochen, da die anderweitig üblichen Reactionen nicht allein für das Albumin proben. So fällt concentrirte Salpetersäure nicht allein Albumin, sondern die Albuminate überhaupt, ebenso Ferocyankalium, einer essigsauren Albuminate hältigen Flüssigkeit zugesetzt. Bemerkenswerth sind hier drei Körper: Scherer's Par- und Metalbumin und Claude-Bernard's Pancreatin.

Paralbumin.

Das Paralbumin gerinnt nicht so schnell wie das Albumin und nicht so flockig, sondern mehr schleimig. Essigsäure der erwärmten Paralbuminlösung zugesetzt, bewirkt nach einiger Zeit Dickung der Flüssigkeit. Alkohol gibt einen Niederschlag, der nach 24 Stunden noch in Wasser löslich ist.

Metalbumin.

Metalbumin gerinnt auf Zusatz von Alkohol in elastischen strangartigen Mengen, die in Wasser wieder löslich sind, und wäre von sogenannten Fibrinsträngen schwer zu unterscheiden, wenn Letztere nicht von selbst praecipirten, während Metalbumin w. g. hierzu eines Alkoholzusatzes bedarf.

Bisweilen kommt Albumin neben seinen oben erwähnten Modificationen in hydropischen Transsudaten vor. Man sieht dann beim Erwärmen im untern Theil der Flüssigkeit das fein flockige Gerinnen des Albumins und im oberen Theil die schleimige oder Faden ziehende, faserige Gerinnung des Par- und Metalbumin.

Pancreatin.

Pancreatin, im Saft der Bauchspeicheldrüse nachgewiesen, gerinnt beim Kochen in weissen Flocken, ist überhaupt dem Albumin sehr ähnlich, doch unterscheidet es sich von ihm durch seine Eigenschaft als energisches Ferment zu wirken, welches gekochtes Amylum sehr rasch in Zucker umsetzt und Fette in Glycerin und freie Fettsäure spaltet.

Nachdem wir die Eigenschaften des Albumins und seiner Modificationen berücksichtiget haben, wenden

Aggregatzustand des Albumins im Blut.

wir uns zur Frage: Ist das Albumin im Blut gelöst oder ist es nur mechanisch suspendirt?

Das Albumin ist nicht suspendirt im Blut, aber auch nicht gelöst, wie z. B. Kochsalz im Wasser. Die

Albuminpartikelchen besitzen noch eine solche Grösse, dass sie Schaum beim Schlagen ergeben und durch die feinsten Poren nicht durchgehen. Eiweissmolecüle widerstehen bis zu einem gewissen Grade der Transsudation und besitzen eine grosse Affinität zum Wasser. Es ist diese Eigenschaft für den geregelten Stoffwechsel von hoher Wichtigkeit. Versuche an hungeruden und periodenweise gefütterten Thieren lehren, dass Fasten, d. h. Verminderung der Albuminate im Blut, Hydrops prädisponire. Der Filtrationswiderstand des Albumins schwindet bei sehr verdünnten Lösungen und mit dem Albumin transsudirt dann viel Wasser.

Beziehung der Albuminverarmung zum Hydrops.

In der Niere concentrirt sich der Harn langsam durch Diffusion mit dem Blut der Nierencapillaren. Er nimmt lösliche Bestandtheile und gibt dann Wasser ab. Im Diabetes, wo viel Zucker ausgeschieden wird, entleert sich auch in Folge der grossen Anziehung des Zukkers zum Wasser eine entsprechend grosse Menge Wasser. Die Ungleichheit zwischen Harn und Blut bedingt den nöthigen, immer statthabenden Diffusionsprocess, durch welchen das Blut von den Harnbestandtheilen gereinigt wird. Gelangt nun aber Albumin aus was immer für Ursachen aus dem Blut in die Harnwege, dann ist diese Diffusion gestört, und tritt diese Störung plötzlich und allgemein auf, so ist die Ausfuhr der Harnbestandtheile aus dem Blut plötzlich gehemmt, und die Folgeerscheinungen fasst man dann unter dem Namen Uraemie zusammen. Bei derlei langsamer vorschreitenden Processen verarmt das Blut an Albumin und consecutiv tritt Hydrops auf.

Klares Blutserum verdünnt, trübt sich, und die Trübung wird auf vorsichtigen Zusatz von Essigsäure stärker, weil das freie Alkali des Serums hier neutralisirt wird. Diese Trübung wird durch Lösungen von Kochsalz, Chlorkalium, Salmiak, schwefelsauren Natron u. dgl. gelöst. Ein Theil des Bluteiweisses wird also nur durch Hülfe der Alkalien und Salze des Blutes gelöst erhalten; dem durch Neutralisirung mit Essigsäure gefällten Albumin hat man den wenig passenden Namen Serumcasein gegeben.

Serumcasein.

Haematoglobulin

Ausser dem Albumin des Blutserums bemerken wir noch das Albumin der Blutkörperchen: das Globulin, auch Haematoglobulin genannt, welches auch als identisch mit Krystallin der durch Wasser ausziehbaren, albuminoiden Substanz der Krystallinse erkannt wurde.

Globulin, Krystallin und Albumin differiren in ihren Lösungen nicht, und die hier und da angegebenen Differenzen beruhen zumeist auf der verschiedenen Concentration und dem wechselnden Salzgehalt solcher Lösungen.

In Betreff der Krystallisation des Haematoglobulins ist es allerdings Thatsache, dass wenn man einen Tropfen Blut eintrocknen lässt, ihn dann in Wasser löst und mit einem Deckglas bedeckt, nach einiger Zeit mikroscopische rothe Krystalle aufschiessen, die aus einer albuminoiden Substanz bestehen, nie aus Serum allein entstehen, wohl aber aus Blutkörperchen, wenn auch fast alles Serum entfernt wurde. Ob nun aber das Globulin das Formgebende, Krystallinische hier sei, oder ein anderer Körper intervenire, ist derzeit noch unbekannt.

Haematocrystallin.

Diesen albuminoiden, kristallinischen Körper nennt man Hämatocrystallin.

Fibrin.

Fibrin.

Darstellung.

Fibrin ist der im Blut ausserhalb der Gefässwand spontan gerinnende Körper. Man gewinnt das Fibrin zweifach. Entweder zerschneidet man den beim Gerinnen des Blutes gebildeten Blutkuchen, gibt die Stücke in einen leinenen Beutel, wäscht anhaltend unter Wasser und erhält so endlich eine weisse, amorphe, weiche Masse, sogenannt unreines Fibrin, oder man nimmt das Gerinnsel, welches man durch Schlagen des Blutes während des Gerinnens erhält, wäscht es gut aus, reinigt es noch überdiess durch Behandlung mit Alkohol und Aether, nimmt hierauf die stets beigemengten Kalk- und Magnesiaphosphate durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure weg und erhält hier, abgesehen von einem kleinen Verlust ziemlich reines Fibrin. Die scheinbaren Fasern des Körpers (woher der Name Fibrin) rüh-

ren theils von der Zerrung, theils von der Bewegung beim Schlagen her. Die Substanz selbst ist ganz formlos.

Dies sogenannte Fibrin hat alle Eigenschaften der Albuminate, es quillt nebst dem mit Essigsäure zu einer Gallerte an. Mit sehr verdünnter $^1/_{10}$ procentischer Salzsäure quillt es ebenfalls, schrumpft aber wieder bei Behandlung mit concentrirterer Salzsäure. Mit concentrirter Salzsäure wird das Fibrin durchsichtig und löst sich endlich unter Zersetzung auf. Eigenschaften.

Ein anderer Eiweisskörper, dem Brücke den Namen Pseudofibrin gegeben, hat dieselben Eigenschaften. Trägt man Lieberkühn's Kalialbuminat in mit Essigsäure schwach angesäuertes Wasser ein, so geht endlich alles Kali an die Essigsäure. Die bohnengrossen gelatinösen Stückchen schrumpfen dabei, werden fest, weiss, undurchsichtig und zeigen endlich dasselbe Verhalten gegen Säuren wie Fibrin. Pseudofibrin.

Pseudofibrin und Fibrin scheiden sich durch Verhalten zur künstlichen Verdauungsflüssigkeit. Man bereitet selbe, indem man käufliches Pepsin mit $^1/_{10}$ procentischer Salzsäure digerirt bis die Flüssigkeit weingelb gefärbt ist; hierauf filtrirt man und neutralisirt so weit, dass blaues Lackmuspapier nur mehr violett gefärbt wird und kocht. Scheidet sich hier etwas aus (etwa Albumin), so muss die nahezu neutrale Flüssigkeit so lange bei einer Temperatur von 38° C. erhalten werden, bis ein weiteres Kochen nichts mehr fallen macht. Diese Flüssigkeit nun ist zum Gebrauch geeignet. Verhalten von Fibrin u. Pseudofibrin zur künstlichen Verdauungsflüssigkeit.

Bedeckt man den auf Fibrin oder Pseudofibrin zu prüfenden Körper mit dieser Verdauungsflüssigkeit bei geeigneter Temperatur, so löst er sich in einem wie im anderen Fall ziemlich rasch. Sättigt man mit Ammoniak, filtrirt und kocht man das Filtrat, so bleibt es klar, wenn der fragliche Körper Pseudofibrin, es fallen aber Flocken von geronnenem Eiweis, wenn der fragliche Körper Fibrin war.

Aus Fibrin kann man durch Fäulniss und Maceration in schwach ammoniakalischen Salzlösungen Flüssigkeiten erhalten, die bei 90° C. Flocken von geronnenem Eiweiss ausscheiden, also das lösliche Eiweiss ist fertig im Fibrin enthalten.

Casein und durch Hitze geronnenes Albumin geben die Probe mit der Verdauungsflüssigkeit nicht, selbst Fibrin, wenn es vor der Behandlung mit Verdauungsflüssigkeit gekocht war, lässt, wenn auch nach vorerwähnter Methode behandelt, kein Albumin mehr fallen.

Bisher glaubte man, im Blut existire lösliches Fibrin, welches durch Veränderung seines Aggregatzustandes in geronnenes Fibrin übergehe. Nun aber scheidet sich das Fibrin allein nie aus, sondern immer in Begleitung von unlöslichen Kalk- und Magnesiaphosphaten, die als solche nicht im Blut des lebenden Körpers enthalten sein konnten. Es beweist diese Thatsache, dass die Gerinnung des Blutes durch chemische Processe bedingt sei.

Im Fibrin ist Eiweiss ganz ähnlich mit dem Eiweiss des Serum enthalten, und es ergibt sich jetzt die Frage: Bildet sich das spontan gerinnende Albuminat, Fibrin genannt, auf Kosten des Eiweisses des plasma sanguinis?

Man beachte folgendes Experiment: Frisches Blut, im Cilinder aufgefangen, wird mittelst einer schwachen Kältemischang rasch abgekühlt, ohne es frieren zu machen. Haben sich nun die Blutkörperchen gesenkt, so hebe man das klare Plasma mit einer Pipette ab und theile es in zwei gleiche Hälften a und b.

a. Die eine Hälfte versetzt man mit so viel diluirter Essigsäure, dass gerade nur die Fibrinausscheidung nicht statt hat; nach ungefähr vier Stunden gibt man so viel Ammoniak zu, dass blaues Lacmuspapier noch violett gefärbt wird, coagulirt das Eiweiss und wägt es. Das Gewicht sei = x.

b. Die zweite Hälfte Plasma peitscht man mit einem dünnen Platindraht, wäscht das hierbei sich ausscheidende Fibrin am Filter und vereinigt das Waschwasser mit dem rückbleibenden Serum. Man wägt nun das getrocknete Fibrin — das Gewicht sei = y — coagulirt das mit dem Waschwasser vereinigte (fibrinfreie) Serum und wägt das geronnene Albumin, das Gewicht sei = z. Man wird sich nun überzeugen, dass $x = y + z$, d. h. das Gewicht des coagulirten Eiweisses einer bestimmten Menge Plasma's, wo die Fibringerinnung

hintangehalten wurde, ist gleich der Summe der Gewichte des einer gleichen Menge Plasma's entsprechenden Fibrins und Serumalbumins.

Warum also wandelt sich ein Theil des Eiweisses in unlösliches Fibrin über, d. h. warum gerinnt das Blut? Blutgerinnung.

Die Beantwortung dieser Frage lässt sich in zwei Theile spalten, und zwar wäre vorerst anzugeben, wodurch denn das Blut innerhalb des Kreislaufes stets flüssig bleibt, und die oberwähnte theilweise Metamorphose des Albumins in sogenanntes Fibrin nicht statthabe, sodann die Ursache zu erörtern, welche das dem Kreislauf entzogene Blut gerinnen macht.

Brücke's klassische Arbeit über Blutgerinnung (Arch. für pathol. Anatomie Bd. XII.) constatirt durch zahlreiche Experimente, dass es der Einfluss der lebenden Gefässwand sei, der das Blut flüssig erhalte, oder mit anderen Worten, dass der Gefässwand eine specifische Energie innewohne, die Gerinnung des Faserstoffes zu hindern. Brücke's Theorie: Die lebende Gefässwand verhindert die Gerinnung.

Wissen wir nun, warum das Blut innerhalb der Gefässwand nicht gerinnt, so bleibt der zweite Theil unserer Frage zu beantworten; es erübrigt noch darzuthun, wodurch im Blut ausserhalb der Gefässwand die Gerinnung des Faserstoffes bewirkt werde.

A. Schmidt versucht dieses Problem, wenn auch nicht zu lösen, doch in seiner Ergründung wesentlich zu fördern in seiner Arbeit über den Faserstoff und die Ursachen seiner Gerinnung. (Archiv für Anatomie und Physiologie 1862, Heft V und VI.) Er geht von der Ansicht aus, dass die Gerinnung verursachende Substanz im Blute selber enthalten sei und nennt selbe fibrino-plastische Substanz, sowie er das Gerinnsel der bisher Faserstoff genannten Körper mit fibrinogener Substanz bezeichnet. In fibrinösen Flüssigkeiten z. B. Transsudaten, trat auf Zusatz von völlig defibrinirtem Blut, allsogleich Gerinnung ein. Blutserum bewirkte ebenfalls, wenn auch mit geringerer Energie Gerinnung. Waren Fibrin, freies Blut oder Serum in längerem Contact mit der Luft oder andauernder Wärme ausgesetzt, so verloren selbe wirklich ihre fibri- A. Schmidt's Theorie: In den zelligen Blutelementen ist das Prinzip der Gerinnung enthalten.

noplastische Wirkung. Woran aber ist diese fibrino-plastische Energie im Blut oder im Blutserum gebunden?

Aus mehreren Versuchen geht hervor, dass an eine gasförmige Natur der fibrinoplastischen Substanz überhaupt nicht gedacht werden kann; weitere Experimente zeigten, dass auch das absolut zellenfreie Blutserum Gerinnung verursachen kann. Es dürfte also auch von einem festen Körper abgesehen werden, und die fibrinoplastische Substanz als ein transsudabler, flüssiger Stoff bezeichnet werden.

Da nun aber mehrfache Beobachtungen dafür sprechen, dass alle Gerinnungsphänomene in letzter Instanz auf die zelligen Elemente, welche in den spontan grrinnenden Flüssigkeiten vorkommen, zurückzuführen sind, anderseits aber auch, dass absolut zellenfreie Flüssigkeiten, wie z. B. zellenfreies Blutserum, fibrinoplastische Energie besitzt, so muss man schliesslich annehmen, dass beiden Wirkungen ein materielles Etwas zu Grunde liege, d. h., dass das fibrinoplastische Prinzip von den Zellen aus- und in die Flüssigkeit übergehe.

A. Schmidt wies ferner nach, dass die fibrinoplastische Substanz aus dem Innern der Zellen selbst stamme. Für das Blut sei es das Haematocrystallin oder doch ein Bestandtheil desselben. Er glaubt endlich die Gerinnung selbst erklären zu müssen als Folge des endosmotischen Verkehrs zwischen Zelleninhalt und Intercellularflüssigkeit.

So weit A. Schmidt, und wenn, wie er selbst zugibt, hiermit die Frage über Gerinnung des Faserstoffes sich noch nicht löst, so ist doch, ausgehend von Brücke's Theorie, welche allen späteren Arbeiten als Grundlage dient, abermals ein weiterer bedeutender Schritt in der Erkenntniss des sogenannten Faserstoffes gemacht.

Syntonin.

Syntonin. Vorkommen.

Das Syntonin, der Muskelfaserstoff, ist der wesentliche Bestandtheil der quergestreiften und zum Theil auch der glatten Muskeln, sowie der contractilen Gewebe.

Fettarmes Fleisch wird hachirt und mit Wasser zerrieben, gepresst, und diess so lange wiederholt, als das abfliessende Wasser beim Kochen noch gerinnt. Die restirende Fleischmasse wird mit Wasser, welches $1\frac{0}{00}$ Salzsäure enthält, angerührt und endlich filtrirt. Neutralisirt man das Filtrat, so entsteht eine gallertartig, nach und nach weiss und fest werdende Masse, das Syntonin. Man prüft nun, ob man es überhaupt mit einem Albuminat zu thun hat und löst dann einen Theil in Kalkwasser (Syntoninreaction). Aus dieser Lösung gerinnt es beim Kochen wie Albumin. Darstellung. Nachweis.

Brücke's Arbeit über die Todtenstarre hat gezeigt, dass das Syntonin in den Muskeln nicht organisirt, sondern flüssig vorhanden sei. Muskelfleisch, von Blut vollkommen befreit, gibt beim Auspressen einen Saft, der nach wenigen Stunden ganz ähnlich wie Blut gerinnt.

Die physiologische Bedeutung des Syntonins ist natürlich jene des Muskels und der contractilen Gewebe. In Bezug auf seine Verwandlung und Ausscheidung weisen wir auf die allgemeinen Bemerkungen Eingangs der Albuminate hin. Physiologische Bedeutung und Ausscheidung.

Erwähnt sei das Parasyntonin, in einer durch Thoracocentese entleerten Flüssigkeit gefunden. Aehnlich dem Syntonin ist es nur in wenigen chemischen Reactionen von ihm verschieden. Parasyntonin.

Caseïn.

Das Caseïn ist ein Hauptbestandtheil der Milch aller Säugethiere. Es beträgt circa 3—5 % der Milch, ist gelöst in der Milch, wahrscheinlich als Albuminalkali (siehe das Vorhergehende über die albuminoiden Substanzen des Blutes). Ein Theil des Caseïns scheint in den Membranen der Milchkügelchen allerdings organisirt zu sein. Caseïn. Vorkommen.

Durch Eindampfen der abgerahmten Milch, Extrahiren des Rückstandes mit Aether, gewinnt man fettfreies Caseïn, löst in Wasser, fällt daraus mit Alkohol das Caseïn und reinigt es durch Waschen mit Alkohol. Darstellung.

Gerinnung einer Flüssigkeit auf Anwendung von Labmagen bei 40° C. ist das sicherste Zeichen von der Anwesenheit des Caseïns. Nachweis und physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung des Caseïns fällt mit der der Milch zusammen und über seine Wandlungen, seine Ausscheidung u. s. w., beziehen wir uns auf das vorhergehend Gesagte.

B. Abkömmlinge der Eiweisskörper.

Abkömmlinge der Eiweisskörper.

Wir kennen eine Reihe von Körpern, die in ihrer Zusammensetzung, ihrem Verhalten gegen Reagentien, ihrer grossen Indifferenz und Fäulnissfähigkeit, endlich in ihren Zersetzungsproducten so vielfach mit den Albuminaten übereinstimmen, dass wir sie zur Gruppe der Albuminate rechnen und sie als Abkömmlinge der Eiweisskörper bezeichnen. Ihre physiologische Bedeutung fällt zum Theil mit jener der Albuminate zusammen, zum Theil weicht sie ab.

Einige wenige dieser Körper sind etwas genauer, die meisten noch unvollkommen gekannt.

Zu ersteren zählen wir: Glutin, Chondrin, zu letzteren: Pyin, Mucin, Keratin, Ptyalin, Peptone, Pepsin.

Glutin.

Glutin. Vorkommen und Nachweise.

Glutin oder Knochenleim wird durch Kochen der Collagene, d. i. der sogenannten leimgebenden Gewebe mit Wasser erhalten. Derlei Gewebe sind: das Bindegewebe mit Ausnahme der elastischen Fasern, Knochenknorpel, Hirschhorn, Fischschuppen u. dgl.

Kocht man leimgebendes Gewebe mit ziemlich viel Wasser durch längere Zeit, so bildet sich beim Abkühlen eine Gallerte, welche eben das charakteristische Zeichen der Gegenwart von Glutin ist. Verdünnt man mit Wasser bis zur Lösung und versetzt mit Alkohol, so tritt eine Fällung ein, die in überschüssigem Wasser wieder löslich ist.

Anorganische und organische Säuren fällen das Glutin nicht, mit Ausnahme der Gerbsäure, welche selbst in verdünnten Glutinlösungen einen Niederschlag bewirkt.

Sublimat gibt ebenfalls einen Niederschlag von weisser Farbe.

Der Nachweiss des Glutins ist darum bisweilen von Bedeutung, weil man die Neugebilde nach Joh. Müller jenachdem sie leimgebende oder eiweissartige sind, als gut- oder bösartige bezeichnet.

Man zerkleinert ein Stück des zu untersuchenden Neoplasmas, gibt die Masse in einen geräumigen Kolben und lässt sie unter stetem Ersatz des verdampfenden Wassers 6—12 Stunden kochen. Man filtrirt nun die heisse Flüssigkeit, prüft einen Theil derselben mit den üblichen Reagentien auf Glutin, concentrirt den Rest des Filtrats und lässt ihn abkühlen. Eintretende Gallertbildung kennzeichnet den Glutingehalt.

Die Zusammensetzung des Glutin's weicht nach den Elementen betrachtet sehr wenig von der des leimgebenden Gewebes selbst ab.

Scherer hat im leukämischen Blut Leim und somit auch dessen vitales Vorkommen im vollkommen fertigen Zustand nachgewiesen.

Ueber Ausscheidung und physiologische Bedeutung des Glutin's ist wenigstens vom chemischen Standpunkte aus nichts Genügendes bekannt.

Chondrin.

Chondrin.

Nachweis in Neugebilden.

Kocht man permanenten Knorpel oder auch Knochenknorpel vor der Ossification, kurz gesagt, kocht man Chondrogene längere Zeit mit Wasser, so resultirt der Knorpelleim, das Chondrin. Es wird ferner gewonnen beim Kochen eines eigenthümlichen von Joh. Müller Enchondrom genannten Neugebildes.

Mit dem Glutin gemein hat es das gallertartige Erstarren beim Abkühlen seiner Lösungen. Es ist aber vom Glutin insoferne leicht zu unterscheiden, als Essigsäure und Alaunlösung in einer Chondrinlösung starke Niederschläge erzeugen während Sublimat dies nicht bewirkt.

Ueber Ausscheidung und physiologische Bedeutung wissen wir keine bestimmten chemischen Momente anzuführen und verweisen für Glutin und Chondrin bezüglich ihrer Wandlungen und Function auf die Physiologie der betreffenden leimgebenden Gewebe selbst.

Pyin.

Pyin. Vorkommen und Nachweis.

Pyin, ein Körper, den man vorerst als mit dem Albumin nahezu identisch, nur etwas sauerstoffreicher hielt und dessbalb Proteintritoxid nannte, nachgerade aber für ein Gemenge verschiedener Substanzen erklärt, ist ein wenn auch nicht constanter Bestandtheil des Eiters und einiger pathologischer Transsudate.

Essigsäure gibt in Pyinlösungen einen im Ueberschusse des Fällungsmittel unlöslichen Niederschlag, Ferrocyankalium in der salzsauren Flüssigkeit keinen Niederschlag. Queksilberchlorid und neutral. essigsaures Bleioxyd geben Fällungen.

Mucin.

Muein. Vorkommen und Nachweis.

Das Mucin, Schleimstoff, kommt vor im Schleim, im weiterem Sinne des Wortes gebraucht, also auch im Speicheldrüsensecret, im Inhalt sogenannter Schleimcysten, der Ranula u. s. f.

Der Schleimstoff macht seine Lösungen, wenn er auch in noch so geringer Menge enthalten ist, eigenthümlich zähe, klebrig, er gerinnt nicht im Kochen, wie Pyin wird er von Ferrocyankalium in saurer Lösung nicht präcipitirt und fällt wie jenes auf Zusatz von Essigsäure, wird aber durch Quecksilberchlorid und neutral. essigsaures Bleioxyd nicht unlöslich.

Wenn man Schleim mit starkem Alkohol fällt, den Niederschlag trocknet, pulvert, mit Alkohol und Aether extrahirt, so bleibt endlich ein Rückstand, der Mucin genannt wird und schwefelfrei ist.

Die physiologische Function des Mucins ist jene des Schleims überhaupt.

Keratin.

Keratin. Vorkommen und Nachweis.

Das Keratin, Hornstoff, kommt vor im Epithelium, in der Epidermis, in Nägeln, Haaren, Klauen, Horn, Wolle, Federn u. s. w. Es ist chemisch rein noch nicht dargestellt worden; keratinhaltige Gewebe geben mit kochendem Wasser keinen Leim, lösen sich leicht

in Alkalien, und Essigsäure erzeugt in diesen Lösungen unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas einen Niederschlag. Den Nachweis des Keratin's liefert eigentlich die Histologie, indem sie eben die eigenthümlichen Formen keratinhaltiger Gewebe erkennt. Die physiologische Function des Keratins ist insoferne wichtig als die keratinhältigen Gewebe mehrere wichtige Aufgaben zu erfüllen haben.

Physiologische Funktion.

Als Haare, Federn, Wolle, Horn, Epidermis u. s. w. wirken sie theils als schlechte Wärmeleiter, theils, indem sie stets abgestossen werden, dienen sie als ein Hauptmoment der Ausfuhr von Schwefel, zum Theil auch der Ausfuhr von Stickstoff.

Ptyalin.

Ptyalin.

Mit dem Namen Ptyalin pflegt man eine Substanz zu bezeichnen, der die Eigenthümlichkeit des Speichels Stärke in Zucker zu verwandeln zugeschrieben wird. Wir kennen nun aber diese Substanz im isolirten Zustande nicht, und es scheint als hätte man es hier nicht mit einem einzelnen, sondern mit mehreren jener räthselhaften Extractivstoffe zu thun, deren Anzahl durch die fortgesetzten genauen organischen Analysen fortwährend gemindert wird. Alle bisher als Ptyalin dargestellten Stoffe ermangeln der oberwähnten charakteristischen Eigenschaft des Speichels, Stärke in Zucker zu verwandeln.

Peptone.

Peptone.

Die Albuminate erfahren durch Einwirkung des Magensaftes gewisse Veränderungen, oder vielmehr theilweise Umwandlungen zu Körpern, die amorph weiss, geruchlos und löslich im Wasser sind, und aus ihrer wässrigen Lösung durch Alkohol gefällt werden. Durch Hitze gerinnen diese Lösungen nicht, und mit Essigsäure und Ferrocyankalium versetzt, geben sie keinen Niederschlag. Man nennt diese Körper Peptone und wenn auch deren Zusammensetzung, durch die Schwierigkeit selbe zu isoliren, noch nicht genügend erkannt ist, so wissen wir doch, dass selbe schwefelhaltig und nicht alle gleich constituirt sind.

Vorkommen und Eigenschaften.

Parapeptone.

Gleichzeitig mit den Peptonen treffen unter Einwirkung des Magensaftes auf die Albuminate, eine Anzahl von Körpern auf, die den Albuminaten noch näher stehen als die Peptone, die in essigsaurer Lösung durch Ferrocyankalium fallen, und von den meisten Metallsalzen präcipitirt werden. Diese Körper werden Parapeptone genannt. Säuert man eine Flüssigkeit die nebenPeptonen auch Parapeptone enthält mitSalzsäure an und gibt dann ein Alkali in so geringer Menge zu, dass die betreffendeFlüssigkeit gerade noch sauer bleibt, so werden die Parapeptone gefällt, die Peptone aber bleiben in Lösung.

Umwandlung der Parapeptone in Peptone.

Die Parapetone sollen unter Einwirkung des pancreatischen Saftes in Peptone umgewandelt werden.

Physiologische Function.

Ueber die physiologische Function der Peptone und Parapeptone wissen wir nichts Bestimmtes anzugeben. Interessant bleibt die Art und Weise in der die Albuminate bei vorschreitender Verdauung nach und nach die charakteristischen Reactionen der Fällbarkeit durch verschiedene Agentien verlieren.

Pepsin.

Pepsin.

Man nimmt im Magensaft einen Stoff an, der das verdauende Princip repräsentirt. Er scheint es zu sein, welcher die Albuminate löst und in ihre Abarten Peptone, Parapeptone, die schliesslich nicht mehr coagulirbar sind, verwandelt. Man nennt diesen Stoff Pepsin. Die bisherigen Analysen dieses Körpers von Vogel und C. Schmidt haben es keinesfalls mit einem reinen, isolirten Körper zu thun gehabt. Neuerlichst hat Brücke sich mit Pepsin beschäftigt, und wir entnehmen seiner Arbeit (Sitzungsber. d. k. Akad. d. W. zu Wien Bd. XLIII) Folgendes:

Lösung des Pepsin in verdünnter Phosphorsäure.

Die Schleimhaut von Schweinsmagen wird bei 38° C. mit verdünnter Phosphorsäure digerirt. Beim Beginn des Zerfalls seiht man die Flüssigkeit ab und ersetzt sie durch neue Phosphorsäure. Nach dem vollständigen Zerfall erhält man beim Filtriren der Flüssigkeiten ein klares Filtrat worin Blutlaugensalz kein Eiweiss mehr fällt. Das Filtrat wird mit Kalkwasser so weit gesättigt,

Fälluug des Pepsin mit dem phosphorsauremKalk.

dass es eben noch blaues Lakmuspapier violett färbt, der phosphorsaure Kalk auf einen Spitzbeutel gebracht, abgepresst und noch feucht unter Zusatz von verdünnter Salzsäure wieder in Wasser gelöst. Die vom phosphorsauren Kalk abgepresste Flüssigkeit verdaut wenig, aber färbt sich mit Salpetersäure erwärmt und mit Ammoniak gesättiget intensiv gelb, enthält somit wenig Pepsin, aber viel andere organische Beimengung. Die Lösung des phosphorsauren Kalkes fällt man abermals mit Kalkwasser, presst den im Spitzbeutel gesammelten phosphorsauren Kalk wieder ab, übergiesst ihn noch feucht mit wenig Wasser und fügt langsam etwas Phosphorsäure hinzu. Der neutrale phosphorsaure Kalk ($3\,CaO.\,PO_5$) wird hier in sauren phosphorsauren Kalk ($2\,CaO,\,HO.\,PO_5$) umgewandelt. Das Filtrat hiervon zeigt lebhafte verdauende Kraft, und gibt mit Salpetersäure und Ammoniak behandelt eine geringe gelbe Färbung, enthält also viel Pepsin und wenig andere organische Beimengung. Der Rückstand am Filter wird nach und nach weiter mit verdünnter Phosphorsäure behandelt, und somit theilweise ein drittel dreibasisch phosphorsaurer Kalk ($_2CaO,\,HO.\,PO_5$) gebildet. Die Flüssigkeit welche zuletzt abfiltrirt, ist ziemlich arm an fremden organischen Bewegungen, da Salpetersäure und Ammoniak eine kaum merkliche gelbe Färbung erzeugen; sie verdaute (ein Tropfen davon mit 5 C. C. $^1/_{10}$procentiger Salzsäure verdünnt) eine Fibrinflocke bei $17{,}5^0$ C. in einer Stunde fast vollständig.

Es erhellt hieraus, dass Pepsin durch Phosphorsäure gelöst wird, und aus dieser Lösung durch Zusatz von Kalkwasser mit dem phosphorsauren Kalk zugleich gefällt wird. Es fragt sich nun: Wie ist das Pepsin hier mit dem phosphorsauren Kalk verbunden?

Das Pepsin wird von kleinen festen Körpern mechanisch mitgefällt.

Nach Brücke's Versuchen wird das Pepsin von dem Kalkphosphat nur mechanisch mitgerissen, so wie es auch von Thierkohle, fein vertheiltem Schwefel mitgefällt wird.

Reindarstellung einer Pepsinlösung

Um nun das Pepsin rein zu bekommen, schüttelte Brücke ein nach obiger Weise erhaltenes Filtrat von der mit Salzsäure behandelten Pepsin-Phosphatverbindung mit einer alkoholischen Cholesterinlösung, um

möglichst viel Pepsin an das fein vertheilte Cholesterin zu binden.

Nachdem diese Verbindung mit durch Essigsäure angesäuerten Wasser und endlich reinem Wasser hinlänglich gewaschen ist, wird die Masse in ein Pulverglas gebracht und mit Aether, der zuvor mit destillirtem Wasser geschüttelt wurde, übergossen. Der Aether löst das Cholesterin auf, während das sich nunmehr abscheidende Wasser am Boden des Glases eine trübe Schichte bildet; der Aether wird abgegossen und dieser Vorgang mittelst neuem Aetherzusatz mehrmals wiederholt, endlich der nach dem letzten Abgiessen auf dem Wasser schwimmende Aetherrest frei verdunstet, und die trübe wässrige Flüssigkeit filtrirt. Das neutrale wasserhelle, klare Filtrat ist nun die möglichst reine Pepsinlösung Angesäuert verdaut sie sehr gut.

Eigenschaften der reinen Pepsinlösung.

Diese Pepsinlösung reagirt von allen bisherigen verschieden.

Sie zeigt nicht den geringsten Eiweissgehalt, wird von Platinchlorid deutlich, von basischem und neutralem essigsaurem Bleioxid stark getrübt.

Ausscheidung des Pepsins. Verdauendes Princip im Fleischsaft.

J. Vogel behauptete und Brücke bewies, dass das Pepsin im Verdauungsprocess nicht zerstört werde. Er wies im Fleischsaft ein dem Pepsin analoges verdauendes Princip nach, und beobachtete die Ausscheidung des Pepsins durch den Harn.

Amyloide Substanz.

Noch zu erwähnen ist eine Substanz, die der Form und dem mikrochemischen Verhalten nach zu den stärkemehlartigen Körper gehört, aber neuer Untersuchungen zu Folge ein den Albuminaten zugehöriger Stoff ist: Die amyloide Substanz. Sie kommt im Gehirn, in der Wachsleber, Speckmilz vor, und gibt mit Jod violettbräunliche Färbung, welche erst auf Zusatz von Schwefelsäure blau wird.

Fette.

C. Fette.

Die Fette sind leichtschmelzbare, brennbare, in Wasser unlössliche, in Alkohol theilweise in Aether insgesammt lösliche Körper, im festen Zustand eigenthümlich schlüpf'rig anzufühlen, von grosser chemischer Indifferenz ohne entschiedenen Geruch und Farbe.

Charakteristisch ist die Eigenschaft aller Fette, in Berührung mit Papier oder Zeugen durchdringende und durchscheinende Flecken zu erzeugen. Das spezifische Gewicht der Fette ist durchschnittlich 0, 9, sie schwimmen daher alle auf dem Wasser.

Wir unterscheiden in gewöhnlicher Temperatur: Flüssige und nicht flüssige Fette. — Die flüssigen Fette auch Oele, fette Oele genannt, trennen sich wieder in sogenannt trocknende Oele; z. B. Leinöl, welche selten dem Thierreich, meist dem Pflanzenreich zugehören (zu Firnissen etc.) und nicht trocknende Oele z. B. Thran. Flüssige Fette.

Die nicht flüssigen Fette, sind theils weich-halbfest, so der Butter und Schmalzarten, theils fest, so die Talgarten. Nicht flüssige Fette.

Alle Fette sind zu betrachten als Salze, bestehend aus Base und Säure, oder als zusammengesetzte Aether, bestehend aus Alkohol und einer Fettsäure. Die Rolle der Base rep. des Alkohols vertritt ein Körper, Glycerin genannt, und derzeit als 3atomiger Alkohol angesehen. Die Formel ist: $C_6\ H_8\ O_6 = C_6\ H_5\ O_3 + {}_3HO$. Constitution der Fette.

Die Rolle der ${}_3HO$ vertreten die verschiedenartigsten Fettsäuren, so dass auf ein Aequivalent Glycerin, drei Aequivalente Fettsäuren kommen. Man bezeichnet diese salz- oder ätherähnlichen Verbindungen mit dem Namen Glyceride. Im thierischen Organismus finden sich theils einfache Glyceride, theils Gemenge von Glyceriden der mannigfaltigsten Fettsäuren. Glyceride.

Bringt man Fette in Berührung mit Alkalien oder gewissen Metalloxyden, so zerfallen sie in Glycerin, welches sich ausscheidet und in fettsaures Alkali oder fettsaures Metalloxyd. Man nennt diesen Vorgang Verseifung. Ein ähnlicher findet nach Claude Bernard im Thierkörper durch Vermittlung des Pancreatins statt. Auch hier trennen sich Glycerin und Fettsäuren. Verseifung.

Noch nicht hinlänglich erklärt ist die spontane Zersetzung mancher Fette an der Luft. Sowohl Fettsäuren als Glycerin (letzteres sich weiter umsetzend) werden da frei. Man nennt diesen Zustand das Ranzigwerden der Fette; er mengt sich bisweilen ganz eigenthümlich in die therapeutische Wirkung mancher Salben, Spontane Zersetzung.

deren Bestandtheile sich in Folge der freien Fettsäure zersetzen. So mengt sich Jodkalium mit reinem Fett im unveränderten Zustand. Wird das Fett ranzig d. h. wird irgend eine Fettsäure frei, so bildet sich einerseits fettsaures Kali, anderseits wird Jod frei und die Wirkung wird dem entsprechend eine andere.

Thierische Fette.

Fette des Thierkörpers.

Die im Thierorganismus vorkommenden Fette, sind meist analog constituirt den auch der Menge nach prävalirenden Glyceriden:

Tristearin, Tripalmitin, Triolein

Nach dem Typus Wasser $\left.\begin{matrix} H_3 \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_6$ geordnet, ergeben sich die Formeln:

$$\text{Tristearin} = \left.\begin{matrix} (C_{36} H_{35} O_2)_3 \\ C_6 H_5 \end{matrix}\right\} O_6$$

$$\text{Tripalmitin} = \left.\begin{matrix} (C_{32} H_{31} O_2)_3 \\ C_6 H_5 \end{matrix}\right\} O_6$$

$$\text{Triolin} = \left.\begin{matrix} (C_{36} H_{33} O_2)_3 \\ C_6 H_5 \end{matrix}\right\} O_6$$

Den 3 Aequivalenten Fettsäure entspricht nur immer 1 Aequivalent Glycerin, weil, wie schon erwähnt, dieser Körper dreiatomig ist.

Vorkommen.

Das Fett ist im ganzen Organismus verbreitet, und zwar von $\frac{1}{1000}$ Procent wie im Schweiss, bis zu 96 Procent wie im Knochenmark; es ist in eigenen grossen kernhaltigen Zellen eingeschlossen.

Zumeist findet sich das Fett im Unterhautzellgewebe als sogenannter Paniculus adiposus, dann aber auch in den verschiedenen Organen, wo es bisweilen, besonders nach Gewebsentzündungen massenhaft auftritt, und Verödung und Schwund der Gewebe hervorbringt: fettige Degeneration.

Einfuhr.

Die Fette kommen uns theils durch die Nahrung zu, theils scheinen sie sich im Organismus selbst zu bilden.

Wir erinnern hier an die berühmte Controverse zwischen Dumas und Liebig, deren ersterer gegen, letzterer und zwar siegreich für die Bildung von Fett innerhalb des Thierleibes einstand.

Die Pflanzen bilden Fette durch einen Desoxydationsprocess. So athmet die Pflanze Kohlensäure ein und bildet Palmitinsäure. Fettbildung in den Pflanzen.

In den ersteren verhält sich der C zum O wie 1 zu 2, in der letzteren wie 32 zu 3. Das Fett der Pflanze entsteht demnach durch Sauerstoffabgabe. In unreifen Pflanzen findet sich mehr Amylum und weniger Fett, als in reifen Pflanzen, die dem umgekehrten Verhältniss folgen.

Es scheint hieraus die Bildung des Fettes aus Kohlehydraten, speziell aus Amylum erklärbar. Zu erwähnen sind noch zwei Thatsachen, das Bilden von Wachs im Bienenleib bei reiner Honignahrung, und das Auftreten von Glycerin bei der Gährung des Rohrzuckers. Gorup-Besanez, bemerkt hiezu ganz richtig, das Wachs und Glycerin eben noch keine Fette sind.

Im Thierorganismus ist die Bildung der Fette Thatsache. Thiere nehmen an Fett bedeutend zu, ohne dass diese Zunahme durch Fettzufuhr hinlänglich motivirt wäre; es findet daher Neubildung von Fett innerhalb des Organismus statt aber wie dies geschieht und woher, ist derzeit noch eine offene Frage. Fettbildung im Thierkörper.

In neuerer Zeit gewinnt die Umwandlung von Albumin in Fett an Wahrscheinlichkeit. Man weiss zwar, dass bei der Zuckergährung Glycerin, dass bei der Zuckerverdauung im Körper der Biene Wachs gebildet wird; aber man kennt wahre Fettneubildung im Thierleib erst in wenigen Beobachtungen, deren bedeutungsvollste jene von F. W. Burdach wäre, nach welchem Beobachter die Eier von Limnäus stagnalis während ihrer Entwicklung an Fett zu- und an Albuminaten abnehmen.

Für die Bildung des Fettes aus den Albuminaten spricht noch die Bildung der Adipocire d. i. des Leichenfettwachses. Der Einwurf, dass die grossen Mengen Leichenfettwachses, welches noch häufig die Formen des fettig umwandelten Gewebes trägt, durch Veränderung rückständigen Fettes entstanden sei, scheint gegenüber dem massigen Auftreten der Adipocire nicht stichhaltig.

Die physiologische Rolle der Fette ist eine sehr mannigfache. Die Fettansammlungen im Körper ge- Physiologische Rolle der Fette.

währen Schutz gegen Druck, und traumatische Einwirkungen von Aussen. Selbstverständlich dienen die Fettablagerungen im Unterhaut-Zellgewebe als Schutzmittel gegen allzugrosse Wärmeabgabe des Körpers

Die Fette sind nebstbei bedeutende Quellen der thierischen Wärme.

Ihre Oxydation lässt viel Wärme frei werden, weil viel Kohlenwasserstoff oxydirt wird. So z. B. benützen die Winterschläfer das angesammelte Fett als wahres Brennmaterial und decken damit während der Kälte theils die Erfordernisse der Respiration, theils den Verlust an ausstrahlender Körperwärme. Fett geht hiebei freilich viel verloren und diese Thiere magern daher während ihres Winterschlafes bedeutend ab.

Merkwürdig ist das stete Vorhandensein von Fett in allen Flüssigkeiten, wo thierische Zellen sich zu bilden und organisiren beginnen, merkwürdig ferner der Reichthum des Gehirnes und der Nerven an Fetten.

Ueber das Eingreifen gewisser Fettmetamorphosen auf die Gallebereitung, die Gährungen innerhalb des Organismus und Aehnliches, steht der eigentlichen Physiologie noch immer der Kampfplatz der Theorien und der Weg des Exiperimentes frei.

Ausscheidung des Fettes.

Die Ausscheidung der Fette geschieht in letzter Instanz, in Form von Kohlensäure und Wasser. Bedeutende Mengen von Sauerstoff sind hierzu erforderlich und viele Mittelglieder der Verwandlung müssen durchgangen werden. Abgesehen von Fett, welches als solches den Organismus verlässt, entweder als Hauptbestandtheil mancher Secrete, z. B. der Hautsalbe und dgl., oder spurenweise den thierischen Secreten beimengt ist, kennen wir keinen Ausscheidungscanal, in welchen die grosse Menge der theils eingeführten, theils im Thierleib gebildeten Fette unzersetzt den Organismus verlassen könne.

Unveränderte Ausscheidung.

Verdauung des Fettes.

Im Mund und Magen werden die Fette nicht verändert, wohl aber durch die weiteren Einflüsse im Darmkanal. Galle und Pancreassaft wirken da eingreifend ein. Claude Bernard's Angabe der Pancreassaft zersetze die Fette, kann zur weiteren Erklärung der Verwandlung derselben nichts beitragen, da ja auch die nunmehr isolirten Fettsäuren unlöslich sind; ebensowenig

könnte die verseifende Potenz des Gallensaftes genügen, da hierzu die Quantität derselben viel zu gering wäre, zudem trotz Unterbindung der Gallenblase die Fettverdauung, wenn gleich etwas schwächer, denn doch von Statten geht. Das Fett scheint überhaupt im Körper nicht gelöst zu werden; es dürfte am Wahrscheinlichsten, in sehr fein vertheiltem Zustand, gleichsam eine Emulsion bildend, als Fett selbst resorbirt werden. So ginge denn das Fett directe in Blut, Gewebe, in die Galle über. Letzteren Ortes bildet sich das Fett vielleicht theilweise in Gallensäure um.

Verfolgen wir die Zersetzung respective Verdauung der Fette in Bezug auf die Zahlen ihrer Aequivalente, so entnehmen wir am besten einem irgend beliebigen Beispiel die vielen Zwischenglieder der Fettmetamorphose. Stearinsäure mit oxydirenden Substanzen behandelt, wandelt sich nach und nach in Fettsäuren entsprechend niederer Constitution um, je vier Aequivalente Kohlenstoff und Wasserstoff scheinen sich durch Sauerstoffaufnahme zur Essigsäure zu vereinen. Auch aus Buttersäure wird schliesslich Essigsäure und hieraus endlich Kohlensäure und Wasser. Beispiel einer Fettmetamorphose.

Dass diese verschiedenen Processe langsam vor sich gehen ergibt sich von selbst, sowie dass selbe nicht mit Gewissheit behauptet werden können; doch kommt ihren hohe Wahrscheinlichkeit zu, denn allenthalben im Körper finden sich Essigsäure, Ameisensäure, sogar Oxalsäure, wenn die Verbrennung zur Kohlensäure nicht ganz gelingt.

Ebenso wie die Fettsäuren sich metamorphosiren, erleidet auch das Glycerin Verwandlungen. Worin diese bestehen, lehrt uns vorerst ein Versuch vermuthen. Glycerin in Contact mit Kalk und irgend einem Ferment, setzt sich in die ihm metamere Propionsäure um, und geht schliesslich in Essigsäure über. Propionsäure wurde zu wiederholten Malen im Körper nachgewiesen, sowie neuester Zeit die Bildung von Acrylsäure aus Glycerin sehr wahrscheinlich geworden ist.

Was die thierischen Seifen betrifft, so ist erst seit Kurzem eine richtigere Anschauung über diese Verbindungen durchgedrungen. Man stellte sich bisher den Con- Thierische Seifen.

tact von thierischen Fetten und den kohlensauren Alkalien thierischer Flüssigkeiten als genügende Faktoren zur Verseifung vor. Nun aber verseift sich neutrales Fett und kohlensaures Alkali niemals, es sei denn activer Sauerstoff dabei im Spiel. Da zersetzt sich dann das Glycerin vollständig, und es bilden sich fettsaure Alkalien. Diese Seifen finden sich denn auch in Blut und Chylus

Entsprechend den drei Hauptfettsäuren des Körpers kennen wir auch vorzüglich drei Seifen im Organismus: ölsaure, palmitinsaure, stearinsaure Alkalien.

Freie Fettsäure.

Freie Fettsäuren werden in verschiedenen Secreten und in mannigfachen zierlichen Kristallformen gefunden. Lehmann betont mit vollem Recht, dass der Fundort freier Fettsäuren meist in irgend welcher Zersetzung begriffen sei. Eiter, Abscesse und dergleichen liefern auch wirklich die meisten freien Fettsäuren.

Da zudem Claude Bernard gezeigt hat, dass der pancreatische Saft vermögend sei, Fette in Glycerin und freie Fettsäuren zu zerlegen, so scheint ein Vorkommen derselben im Thierleib eben nicht schwer erklärlich.

Nachweis des Fettes.

Microscopish geben sich Fette durch die bekannten, lichtbrechender Fetttropfen zu erkennen, chemisch durch ihre vollständige Löslichkeit in Aether.

Trocknet man ein auf Fett zu prüfendes thierisches Object, und pulvert es möglichst fein, so genügt ein mehrmaliges Schütteln mit Aether um das Fett weg zu bringen.

Verseifte Fette sind in Aether, aber auch in Alcohol und Wasser löslich.

Fettsäuren sind löslich in Aether und kochendem Alkohol, nicht aber in Wasser.

Im Anhang zu den Fetten finden hier Erwähnung: Cerebrinsäure, Oleophosphorsäure und Cholesterin.

Cerebrinsäure.

Cerebrinsäure.

Fremy gibt an im Hirn sei eine Seife, bestehend aus Natron und einer eigenthümlichen Fettsäure, der Cerebrinsäure. Neuestens ist diese Ansicht nicht mehr vollkommen aufrechtzuerhalten.

Wir anerkennen zwar eine im Gehirn eigenthümlich vorkommende Substanz, Cerebrin oder Cerebrinsäure genannt, wissen aber weiter nichts, als dass dieser Körper ein wichtiger Bestandtheil der Hirnsubstanz sei.

Oleophosphorsäure.

Oleophosphorsäure.

Nicht minder angefochten sind Fremy's Angaben über eine andere Hirnseife: das oleophosphorsaure Natron; die Oleophosphorsäure selbst soll zerlegbar sein in Olein und Phosphorsäure.

Scherer vermuthet, dass Cerebrinsäure und Margarinsäure ihre Verschiedenheiten mehr minder einem verunreinigten Zustand bei der Analyse verdanken und vielleicht ein und denselben Körper ausmachen.

Cerebrinsäure ist weiss, körnig in kaltem Aether unlöslich.

Oleophosphorsäure ist gelb, klebrig im kaltem Aether löslich.

Cholesterin.

Cholesterin.

Eigenschaften und Vorkommen

Das Cholesterin ist ein nur äusserlich den Fetten ähnlicher Körper, enthält aber weder Glycerin, noch ist es verseifbar, aber es schmilzt und verbrennt wie Fett, ist ebenso in Wasser unlöslich, in siedendem Alcohol und in kaltem wie warmen Aether löslich. Aus seiner alcoholischen Lösung krystallisirt es beim Erkalten rasch aus; es ist geschmack- und geruchlos.

Concentrirte Schwefelsäure und Jod färben das Cholesterin blau. Mit Salpetersäure abgeraucht wird es gelb und der noch warme Rückstand, mit Ammoniak beträufelt, wird tiefroth. Mit eisenchloridhältiger Salzsäure eingedampft wird es violett. Oxydirt man Cholesterin mit Salpetersäure, so bekommt man unter andern auch Cholesterinsäure, welche auch durch Oxydation der Gallensäuren erhalten wird. Cholesterin scheint überhaupt so zwischen Fetten und Gallensäuren zu stehen.

Es kommt physiologisch in der Galle, im Blut, im Hirn, in den Nerven, in der Hautsalbe u. s. w., pathologisch in Gallensteinen, Exsudaten, Atheromen, Cysten, Cataracten, Sputis vor und zwar theils fest, theils gelöst in Seifen, flüssigen Fetten u. dgl.

Das Cholesterin mangelt den Pflanzen gänzlich, im Thierleib scheint es aus Fett oder aus Gallensäuren hervorzugehen. Im Pfortaderblut ist viel, im Lebervenenblut wenig Cholesterin nachzuweisen.

Physiologische Function.

Bezüglich seiner physiologischen Function konnte man von seinem eminenten Vorherrschen in der Nervensphäre (bisweilen über 10% im Rückenmark) gewisse Schlüsse ziehen. Doch haben wir keine directen Beobachtungen.

Ausscheidung.

Die Ausscheidung des Cholesterins geschieht theilweise, wenn auch in sehr geringer Menge direct, theilweise auf dem Wege des Zerfalls oder der Umsetzung. Die Verwandlungen, welche es hierbei erfährt, sind uns derzeit noch fremd. Nicht löslich, nicht verseifbar, schwer oxydirbar, ist das Cholesterin trotz seiner Verbreitung und unläugbaren Betheiligung an wichtigen Organen und Functionen, ein räthselhafter Körrper.

II. Producte der Rückbildung.

Eintheilung.

Wir theilen die Producte der Rückbildung ein in solche, welche so zu sagen durch Deassimilation entstehen, und in solche, welche recht eigentlich Producte der regressiven Metamorphose sind. (Gorup-Besanez.)

Es kann natürlich bei den Producten der Rückbildung nicht mehr die Rede von einer Einfuhr, wohl aber von deren Vorkommen und Abstammen sein.

A. Producte der Deassimilation oder der Rückbildung im weiteren Sinne.

Gallensäuren.

1. Gallensäuren.

Vorkommen und Eigenschaften.

Wir kennen in der Galle zwei an Natron gebundene Säuren, welche nebst bitterem Geschmack die von Pettenkofer zuerst angegebene Eigenschaft haben, mit Schwefelsäure und Zucker versetzt, eine schön purpurrothe Färbung zu geben. Da Albuminate und Oelsäure dieselbe Reaction geben, so muss auf diese Körper, falls selbe in

einer auf Gallensäure zu prüfenden Flüssigkeit zugegen sind, Rücksicht genommen werden.

Beide Gallensalze sind in Wasser und Alcohol löslich, in Aether unlöslich, und beruht hierauf die Rohdarstellung derselben.

Uebergiesst man nämlich möglichst frische Galle mit starkem Alcohol, so fallen Schleim u. dgl., und im alcoholischem Filtrat sind die Gallensalze gelöst enthalten. In dieser Lösung entsteht auf Zusatz von Aether eine harz- oder pflasterähnliche, amorphe Fällung, die sich nach und nach in ein Crystallgemenge, die sogenannte crystallisirte Galle umwandelt.

Crystallisirte Galle.

Da wie erwähnt die beiden Gallensäuren an Natron gebunden sind, so genügt es die Säuren allein näher zu betrachten.

Die Glykocholsäure und die Taurocholsäure sind gepaarte Säuren, d. h. sie bestehen aus einer, beiden gemeinschaftlichen Säure, der Cholsäure und einem Paarling, dem Glycin der Glykocholsäure, und dem Taurin der Taurocholsäure. Die Taurocholsäure enthält überdiess noch beträchtliche Mengen Schwefels.

Trennung der Gallensäuren.

Man trennt glykocholsaures und taurocholsaures Natron, wenn sie in ein und derselben Lösung vorkommen, durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure, welche die Glykochotsäure, aber nicht die Taurocholsäure fällt.

Man kann auch mittelst neutralem, essigsaurem Bleioxyd die Glykocholsäure fällen, und dann im Filtrat durch drittelessigsaures Bleioxyd die Taurocholsäure niederschlagen. Doch ist diese Trennung kaum vollständig zu erzielen.

Die Gallensäuren kommen in sehr wechselnden Mengen der einen und der andern Säure in der Galle des Menschen und der Thiere vor. In pathologischen Processen werden Spuren von Gallensäuren bisweilen in Blut und im Harn nachgewiesen.

Vorkommen unter pathologischen Verhältnissen.

Nachweis geringster Mengen.

Es ist nun von Bedeutung diese Spuren richtig zu stellen, und es genügt da Pettenkofer's Reaction bisweilen nicht mehr, Hoppe's Modification, wo Choloidinsäure gebildet wird um an derselben dann die Pettenkofer'sche Probe anzustellen, entspricht nach Stae-

deler's Versuchen ebenfalls nicht immer den Anforderungen grosser Empfindlichkeit, wohl aber thut diess folgende von Staedeler angegebene Probe:

Staedeler's Methode.

Die auf Gallensäure zu prüfende Flüssigkeit, z. B. Harn, wird eingedampft, der Rückstand mit gewöhnlichem Weingeist extrahirt, die weingeistige Lösung von neuem verdampft, und der Rückstand mit absolutem Alhohol ausgezogen. Auf diese Weise werden die anorganischen Betandtheile fast vollständig entfernt. Nunmehr wird die alkoholische Lösung der gallensauren Salze abgeraucht, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, mit drittelessigsaurem Bleioxyd versetzt, und der Niederschlag nach etwa 12stündigem Stehen gesammelt, gewaschen und zwischen Löschpapier leicht getrocknet. Man extrahirt ihn nun mit siedendem Alcohol und erhält im Extract das gallensaure Bleioxyd. Man versetzt die Lösung mit kohlensaurem Natron und verdampft zur Trockene. Durch wechselseitige Umsetzung entsteht gallensaures Natron. Das gallensaure Natron schmeckt sehr bitter, und ist dieser bittere Geschmack ein sehr gutes Kennzeichen für Gallensäuren, da die Farbenreaction selbst auch von Oelsäure hervorgebracht wird. Man filtrirt und entfernt den Weingeist des Filtrates durch Abdampfen und nimmt zur eigentlichen Reaction den Rückstand in möglichst wenig Wasser auf. Diese wässrige Lösung der gallensauren Salze wird nun in einer kleinen Porzellanschale mit einigen Tropfen Schwefelsäure versetzt. Es entsteht hierbei meist anfangs eine kleine Trübung, dann aber eine rothbraune Lösung, welche mit einer Spur Zucker versetzt und durch vorsichtiges Umschwenken über einer Spiritusflamme gelinde erwärmt, eine schön violette Färbung zeigt.

Nach diesem Verfahren wurde noch $\frac{1}{1000}$ Procent Cholsäure im Harne nachgewiesen.

In Betreff einiger aus den Gallensäuren sich bildender Verbindungen ist zu erwähnen, dass das mit der Cholsäure gepaarte Glycin sich anderseits auch mit der Benzoesäure paaren kann und dann die Hippursäure bildet.

Die Cholsäure selbst verwandelt sich beim Erhitzen auf 200° C. bei der Behandlung mit Säuren und endlich bei der Fäulniss der Galle in Choloidinsäure, die ihrerseits unter Wasserabgabe in einen harzartigen Körper, das Dyslysin, übergeht.

Bildung der Gallensäuren.

Von einer Einfuhr der Gallensäuren kann natürlich nicht die Rede sein; selbe werden wie alle organischen Bestandtheile im Thierleib selbst gebildet. In Folgendem wollen wir zu beweisen suchen, dass die Gallensäuren überhaupt nicht im Blut präformirt werden, sondern dass sie in der Leber, dem eigentlichen Sitz der Gallenbereitung, gebildet werden.

Wir wissen, dass nach der Exstirpation der Leber weder Icterus eintritt, noch sich Gallensäuren oder Gallenfarbstoffe im Blut vorfinden, ein Beweis, dass von einer Präformirung dieser Stoffe im Blut, welche eine Anhäufung derselben im Fall der Leberexstirpation erzwecken müsste, keine Rede sein kann.

Beachten wir ferner das Blut bevor es in die Leber eintritt, d. i. das Pfortaderblut, sowie das Blut, nachdem es die Leber passirt hat, d. i. das Lebervenenblut, berücksichtigen wir die inzwischen vor sich gehende Gallenausscheidung in der Leber, so finden wir im Pfortaderblut keine Gallenfarbstoffe, keinen Zucker, verhältnissmässig viel Fett, Faserstoff und wenig farblose Blutkörperchen; hingegen im Lebervenenblut viel weniger Faserstoff und Fett, aber Zucker und ziemlich viel farblose Blutkörperchen.

Die Bildung der Gallensäure erfolgt in der Leber.

Für gewiss wissen wir also, dass die Galle in der Leber selbst gebildet wird, da sie hier abgesondert wird, und weder im zu- noch abführenden Blutstrome vorhanden ist. Neben ihr wird noch der Zucker in der Leber gebildet; Factoren hierzu sind wahrscheinlich Fett, Faserstoff und für den Zucker in specie das von Claude Bernard nachgewiesene zuckerbildende Princip, das Glykogen.

Der Entstehungsvorgang selbst ist noch Hypothese.

Wie nun aber die eigentliche Bildung der Gallensäuren erfolge und in welcher Beziehung hierzu die Zuckerbildung stehe, ist derzeit noch Hypothese; dass in der Leber auch eine Art Blutneubildung stattfinde, wird vorzüglich mit Hinweiss auf das vermehrte

Auftreten der farblosen Blutkörperchen im Lebervenenblut behauptet.

Sowie vorhin erwähnt wurde, dass bei der Exstirpation der Leber keineswegs Icterus auftrete, so lässt sich derselbe auch bei Parenchymerkrankungen der Leber, wo bisweilen die Bildung der Galle bedeutend gestört ist, nicht mit Bestimmtheit vorhersagen. Merkwürdig ist, dass bei vermehrter Gallenbildung, sogenannter Polycholie, meist starke Abmagerung und Schwund eintreten, dass ferner im entgegengesetzten Falle, wenn Krankheiten der Leber eine verminderte Gallenbildung bewirken, sich Fett im Blut und Zellgewebe ansammelt.

Interessant ist ferner Bidder's und Schmidt's Beobachtung, dass in hungernden Thieren die Gallenabsonderung proportional der Abmagerung schwinde. Endlich haben vergleichende Berechnung des Kohlenstoffs der Gallensäuren und des Kohlenstoffs der Albuminate und Fette fast zur bestimmten Anschauung gebracht, dass die Bildung der Gallensäuren Verlust an Körperfett mitsichbringe.

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung der Gallensäuren ist wohl kaum zu trennen von jener der Galle überhaupt, da die Gallensäuren das Hauptprincip der Gallenfunction bilden.

Die eigentlich physiologische Rolle der Galle scheint nun in der wirksamen Beförderung der Fettresorption zu liegen. Interessant ist die Thatsache, dass alles Wasser der Galle und $^7/_8$ der festen Bestandtheile, somit auch der grösste Theil der Gallensäuren wieder ins Blut zurückkehrt und auf diese Weise eine nicht zu unterschätzende Einfuhr bestimmter Stoffe in den Organismus sichert.

Ausscheidung.

Die Ausscheidung der Gallensäuren aus dem Organismus findet nur unter gleichzeitiger Zersetzung statt. Der kleine Theil, welcher zum völligen Austritt gelangt, wurde nur in den Spaltungs- und Zerfallsprodukten: Taurin, Choloidinsäure, Dyslysin, welche Stoffe im Darminhalt sich fanden, erkannt. Der bei weitem grössere Theil kehrt, wie wir wissen, in den Kreislauf

zurück, wo dann die einzelnen Elemente in die verschiedenartigsten neuen Combinationen eintreten.

Einen unumstösslichen Beweiss für diese Zerlegung gaben Bidder und Schmidt, als sie experimentel erhärteten, dass der durch angelegte Gallenfisteln beseitigte Kohlenstoff der Galle in den Respirationsausgaben des betreffenden Versuchsthieres fehle, dass also in der ordentlichen Bilanz der Respirationsausgaben der Kohlenstoff der wieder resorbirten Galle als ein permanenter Posten erscheine.

Vorläufig zu erwähnen ist Staedeler's Versuch, demzufolge Gallensäuren unter Einwirkung concentrirter Schwefelsäure eine Reihe von Farbenerscheinungen liefern, die den verschiedenen Tönen der Gallenfarbstoffe nahezu gleichkommen.

2. Thierische Farbstoffe.

Obwohl das Haematin eigentlich zu den histogenetischen Stoffen gehört, anderseits die Harnfarbstoffe zu den Producten der regressiven Stoffmetamorphose sensu strictiori gehören, so entlehnen wir doch diese Körper hierher und betrachten die thierischen Farbstoffe insgesammt nach ihren Hauptfundorten als Farbstoffe des Blutes, der Galle und des Harns, wobei bemerkt werden muss, dass wir hier vorzüglich Brücke's Publicationen in der Wien. allg. med. Zeitung 1859 folgen. Eintheilung.

a) Farbstoffe des Blutes.

Farbstoffe des Blutes.

Haematin.

Haematin oder Hématosine.

Der eigentliche Farbstoff des Blutes wird in Deutschland Haematin genannt, wenngleich dieser Name eigentlich dem Farbstoff des Kampeschenholzes zukommt. Um jeder Verwechslung vorzubeugen, benennt man jenen Holzfarbstoff wohl auch mit dem Namen Haematoxylin und nach Vorgang der Franzosen den Blutfarbstoff Hématosine.

Man stellt das Haematin aus frischgeschlagenem Blut dar. Nachdem dieses vollständig defibrinirt ist, collirt man und versetzt die Collatur mit dem dreifachen Darstellung des Haematins.

Volumen einer concentrirten Lösung von schwefelsausem Natron. Die Blutkörperchen schrumpfen da und gehen nicht mehr durch das doppelte und feine Filter, auf welches man die glaubersalzhältige Collatur nunmehr bringt, und mit derselben concentrirten Glaubensalzlösung wäscht. Man senkt hierauf das Filter sammt Rückstand in eine kochende Glaubersalzlösung; hierbei gerinnt das Eiweiss der Blutkörperchen und das Haematin wird unlöslich in Wasser, während das Wasser aus den frischen Blutkörperchen ein unter dem Namen Haematoglobulin bekanntes Gemenge von Eiweiss und Farbstoff auszieht. Das Filter wird nun mit heissem Wasser gut ausgewaschen, um das schwefelsaure Natron fortzuschaffen, und getrocknet; die so gereinigte Masse wird zu feinem Pulver verrieben und mit Weingeist, der etwas Schwefelsäure enthält, digerirt. Man erhält eine dunkelrothbraune Lösung, die man abfiltrirt, neuen schwefelsäurehältigen Alkohol aufgiesst und diess so oft wiederholt, als er sich noch schnell braunroth färbt.

Die filtrirte braunrothe Flüssigkeit versetzt man mit Ammoniak im Ueberschuss; sie färbt sich hierbei schön roth, und es entsteht gleichzeitig ein Niederschlag. Das hiervon erhaltene Filtrat wird am Wasserbad zur Trokkene gebracht, und die hierbei erhaltene schwarze Masse nach und nach mit Wasser, Alcohol und Aether extrahirt. Den Rückstand löst man endlich in ammoniakalischem Alkohol und dampft am Wasserbad ein. Der nunmehr rückständige Körper, der Form nach ein schwarzes Pulver, unlöslich in Wasser, Alcohol, Aether, löslich in diluirten Säuren mit rothbrauner, in Alkalien mit rother Farbe, ist das Haematin.

Ist dieses Haematin wirklich das färbende Princip des Blutes?

Es fragt sich nun, ob dieses Haematin wirklich das färbende Princip des Blutes sei, und ob sich eine Haematinlösung eben so wie Blut verhält?

Wir wissen, dass das arterielle Blut heller als das venöse ist, dass eine etwaige Schrumpfung der Blutkörperchen wohl eine Röthung des betreffenden venösen Blutes, aber von ganz anderer Intensität als der des arteriellen Blutes hervorrufe, müssen somit annehmen, dass die Veränderung der Färbung im arteriellen und

venösen Blut durch chemische Veränderung des Farbstoffes selbst erzeugt werde.

Es ist nun aber mit dem Dunkel- und Hellwerden des Farbstoffes noch eine anderweitige Erscheinung vergesellschaftet.

Lässt man in ein mit Kohlensäure, Wasserstoff- oder Stickstoffgas von etwas niedrigerer Spannung als jener der atmosphärischen Luft gefülltes Rohr einige Tropfen venöses Blut eintreten, so zeigt sich dasselbe bei durchfallendem Licht in dickeren Schichten dunkelroth, in ganz dünnen Schichten bouteillengrün. Das Blut ist hier doppelfärbig, dichromatisch geworden.

Bringt man nun atmosphärische Luft in das Rohr, so wird das dunkle Blut hellroth, und es schwindet der Dichroismus. Das Blut in dünnen Schichten ist nämlich nicht mehr grün, sondern nur gelblich und blässer als das in dicken Schichten. Das arterielle Blut ist aber nicht dichromatisch.

Unter dem Microscop zeigt eine kleine Vene, bald grüne bald gelbe Flecken, jenachdem man eine einfache Schichte oder eine mehrfache Lagerung von Blutkörperchen betrachtet. Setzt man derlei mikroscopische Blutobjecte mit abgenommenen Deckglase der atmosphärischen Luft aus, so werden aber die grünen Flecken verschwinden und in Roth übergehen, welche Aenderung eben der Sauerstoff der Luft bewirkte.

Vergleich einer Lösung von artificiellem Haematin mit venösem Blut.

Vergleichen wir nun diese Eigenthümlichkeit des venösen Blutes mit dem Verhalten der von uns künstlich gewonnenen Haematinlösung, so zeigt sich, dass das Haematin directe aus den Blutkörperchen mit schwefelsäurehaltigem Alcohol ausgezogen, und mit Ammoniak übersättigt, wohl eine schön rothe Flüssigkeit, aber ohne Dichroismus darstellt. Setzt man aber diese Flüssigkeit in einer Schale einige Zeit der Einwirkung der atmosphärischen Luft aus, so tritt der Dichroismus ein, da der Weingeist abdampft, und das Ammoniak die Kohlensäure der Luft anzieht. Setzt man Aetznatron oder Aetzkali zur Flüssigkeit, so kommt die Doppelfarbigkeit noch eher zu Stande und zwar um so stärker, wenn man die alkalescirte Haematinlösung kocht. Auf diesem

Princip beruhte die vormalig in der gerichtlichen Medizin gebräuchliche Probe auf Blut.

Blut und Haematinlösung zeigen also den Dichroismus, aber im Blut wird er durch Einleiten von Sauerstoff alsbald aufgehoben, in einer Haematinlösung hingegen bleibt er, und wird durch Sauerstoff somit nicht beirrt.

Es dient dieses Verhalten als Unterschied zwischen Blut und Haematinlösung.

Spectralerscheinungen bei Haematineinschaltung.

Hoppe wies in neuerer Zeit nach, dass Blutfarbstoff die Eigenschaft besitze Lichtstrahlen von bestimmter Brechbarkeit besonders stark zu absorbiren, ähnlich wie Chlorophyll und Indigo. Sonnenlicht, welches durch Blutfarbstofflösung geht, erzeugt ein Spectrum, welches zwischen den Linien D und E im Gelb und Grün 2 Absorptionsstreifen zeigt, deren einer sehr nahe an E zu liegt.

Die Schärfe der Absorptionstreifen nimmt bei Concentration der Farbstofflösung ab, und umgekehrt zu. Nach A. Rollet gibt das Serum der Regenwürme, überhaupt der in Körperhöhlen verschiedener niederer Thiere enthaltene gefärbte Saft dieselben chemischen Reactionen, wie Haematin, und Hoppe, als er auf Rollet's Veranlassung das Serum des Regenwurmes mittelst des Spectralapparates untersuchte, fand auch hier die charakteristischen Absorptionsstreifen wie sie vom Hamatin erzeugt werden. Für die forensische Praxis sind somit derlei Flecken in Bezug auf ihren Ursprung wohl zu untersuchen und weniger der ehemisch optische, als der mikroscopische Befund (Haematinkristalle) zu verwerthen. (Vergleiche: speciell. Theil, Spectralanalyse.)

Haematokrystallin.

Das Haematokrystallin von uns schon bei den Albuminaten besprochen, enthält den Blutfarbstoff zwar als integrirenden aber nicht als Hauptbestandtheil.

Haeminkrystalle

Versetzt, man Blut mit Kochsalz, trocknet bei niederer Temperatur und kocht dann mit Eisessig, so entstehen beim Auskühlen eine grosse Menge mikroscopischer Krystalle, durchweg Täfelchen in Form eines schiefwinkeligen Parallelogramms. Diese Krystalle verhalten sich nun ganz wie das Haematin und sind natürlich für den Gerichtschemiker von hoher Bedentung.

Man zieht aus verdächtigen Stoffen den rothen Farbstoff mit Wasser aus, von festen Körpern schabt man ihn ab, und erwärmt das Pulver mit etwas Kalilauge. Die so gewonnene Probeflüssigkeit wird filtrirt, auf einem Uhrglas mit etwas Kochsalzlösung versetzt und zur Trokkene verdunstet mit der Vorsicht, dass die Temperatur nicht so hoch steige um etwaig vorhandene Eiweisskörper coaguliren zu machen. Es lässt sich dieses Eintrocknen am bequemsten unter der Luftpumpe über Schwefelsäure bewerkstelligen und man hat dann das Uhrglas durchzumustern, ob sich etwa andere Krystalle vorfinden. Sind keine, zu späteren Verwechslungen etwa anlassgebende Krystallisationen vorhanden, so übergiesst man mit Eisessig und dampft am Wasserbad ein. Der Rückstand mit einigen Tropfen Wasser unter das Mikroscop gebracht, wird sehr bald die Teichmann'schen Krystalle zeigen.

Teichmann'sche Krystalle.

Auch unmittelbar kann man diese Probe darstellen. Man bringt den verdächtigen Farbstoff directe auf einen Objectträger, fügt eine Spur Kochsalz, sowie einen Tropfen Eisessig zu, gibt das Deckgläschen darüber und erwärmt ganz vorsichtig. Es gelingt dann beinahe immer unter dem Mikroscop die frisch gebildeten Krystalle zu sehen.

Abstammung, physiologische Bedeutung und Ausscheidung.

Bezüglich der Abstammung der Blutfarbestoffe haben wir zwei Hypothesen:

Scherer glaubt sie entstünden in der Milz wo er einen eigenthümlich eisen- und eiweisshältigen Körper fand, der somit den Eisen- und Eiweissgehalt der Blutfarbstoffe ermöglichen würde. Ueberdiess ist ja die energische Bethätigung der Milz am Blutleben erwiesen.

Staedeler hält dass Haematin für einen gepaarten Körper aus Haematoidin und einem eisenhältigen organischen Körper. Haematoidin seinerseits entstehe aus Tyrosin.

Die physiologische Rolle der Blutfarbstoffe ist eine nicht minder hypothesische als deren Abstammung. Zu erwähnen ist das Verhalten des Haematins als Ozonträger, somit als Theilnehmer an den Oxydationsvorgängen und die Farbenänderung respective Beziehung der Blutfarbstoffe im Allgemeinen zum Gasaustausch im Blut. Wiewohl manche gewichtige Gründe dafür spre-

schen, dass alle thierischen Farbstoffe aus dem Blutfarbstoff entstehen und dieser durch derartige Verwandlungen seine Ausscheidung finde, so ist doch dafür noch kein Beweiss geliefert.

Angenommen wird derzeit, dass das Haematin in Haematoidin übergehe, und somit die Umwandlung von Blut — in Gallenfarbstoff vorsichgehe.

Melanin. Im Anhang zu den Blutfarbstoffen wäre noch das Melanin zu erwähnen.

Dieses schwarze Pigment in kleinen Körnchen, pathologisch wohl auch in kleinen Kryställchen auftretend, eisenhältig, sehr schwer löslich, durch Chlor nicht bleichbar, vor Allem im Augenschwarz und im Malpighischen Schleimnetz der Neger auftretend, sonst aber auch in verschiedenen Organen, Neubildungen u. dgl., stammt wohl unzweifelhaft aus dem Blutfarbstoff, wie dies Virchow und Kölliker zuerst dargethan haben.

Die physiologische Bedeutung ist, mit Ausnahme der Auskleidung der Choroidea und entsprechender Spiegelung, derzeit unbekannt. Eben so wenig wissen wir über die Zersetzung und Ausscheidung dieses Stoffes.

Farbstoffe der Galle.

b) Farbstoffe der Galle.

Schüttelt man Menschengalle längere Zeit mit Chloroform, bis sich dieses tiefgelb gefärbt hat, und giesst man die überstehende Galle vorsichtig ab, so bleibt wohl noch ein Restchen Galle zurück, welches beseitigt wird, wenn man die tiefgelbe Flüssigkeit durch ein mit Chloroform befeuchtetes Filter filtrirt. Das Filtrat bringt man in eine Retorte und destillirt ohne zu sieden das Chloroform ab. Den Rückstand in der Retorte, eine dunkle, klebrige Masse begiesst man nun mit Weingeist, rührt öfter um, und lässt einige Zeit stehen. Der Weingeist löst die Masse und färbt sich hierbei braun; zu gleicher Zeit setzt sich ein ziegelmehlartiges Sediment ab. Man bringt nun das Ganze in ein Becherglas, ersetzt den Weingeist, der sich ziemlich rasch absetzt, durch neuen und erhält endlich eine braune weingeistige Lösung und das erwähnte ziegelmehlartige nunmehr durch wiederholtes Weingeistaufgiessen gereinigte Sediment. Es

besteht dieser Bodensatz aus orangefarben schief rhomboidalen Prismen, welche den pathologischen Anatomen schon geraume Zeit unter dem Namen Haematoidin bekannt waren und in alten apoplectischen Herden, Cysten u. dgl. gefunden wurden.

Haematoidin, Biliphaein, Cholepyrrhin.

Diese Krystalle, von Valentiner zuerst aus der Galle mit Chloroform dargestellt, sind identisch mit dem bisher nur amorph erhaltenen Biliphaein auch Cholepyrrhin genannt. Die Krystalle sind im Alcohol, selbst im kochenden schwer, in Wasser und Aether unlöslich, in Chloroform leicht löslich. Giesst man etwas von der chloroformigen Lösung in eine Kochröhre, tropft Salpetersäure zu, und schüttelt dann langsam und in einzelnen Stössen, so dass Salpetersäure und Chloroform sich in einzelnen grossen Tropfen miteinander mischen, und sich sogleich wieder trennen, so tritt eine ausgezeichnet schöne Reaction auf. Die chloroformige Lösung wird erst grün, dann blau, violett, roth und entfärbt sich endlich. Um also Biliphaein nachzuweisen, extrahirt man es mit Chloroform, und stellt dann die erwähnte Probe an.

Biliphaeinproben.

Chloroformprobe.

Nicht alle biliphaeinhaltigen Substanzen lassen sich aber durch Chloroform entsprechend extrahiren, so z. B. bildet das Chloroform mit dem Harn eine Art Emulsion, in der die Reactionen kaum vorzunehmen sind. In derlei Flüssigkeiten kann man aber getrost directe die Probe, ohne vorher mit Chloroform zu extrahiren, anstellen.

Gmelin gab zum biliphaeinhältigen Harn concentrirte Salpetersäure und schüttelte, es tritt dann die Farbenscala auf, bis schliesslich das Roth wieder in das Gelb des Harns überging.

Gmelin's Probe.

Heller gibt in ein spitzes Becherglas concentrirte Salzsäure, fügt den zu prüfenden Harn tropfenweise zu, und versetzt endlich mit etwas Salpetersäure. Auch hier tritt die Farbenreihe schön auf.

Heller's Probe.

Brücke wendet eine von ihm modificirte Gmelin'sche Probe an. Er fügt zum Harn eine geringe Menge verdünnter Salpetersäure, so dass der biliphaeinhaltige Harn eben leicht grün ohne weitere Nuancirung wird. Dann gibt er vorsichtig $^1/_2$ bis 2 Cubikcent. concentrirter

Brücke's Probe.

Schwefelsäure zu. Diese sinkt vermöge ihre Schwere zu Boden und nun beginnen von unten hinauf die Farbenreactionen einzutreten, so dass man eine Reihe verschieden gefärbter und übereinander gelagerter Schichten unterscheiden kann. Es gelingt mittelst der Methode sehr kleine Mengen Cholepyrrhin nachzuweisen.

Löst man Krystalle von Cholepyrrhin in einer verdünnten Lösung von kohlensaurem Natron auf und lässt dann an freier Luft stehen, so wird die Lösung unter Sauerstoffaufnahme grün; es hat sich hier das Biliphaein durch Oxydation in das Biliverdin verwandelt, einen Körper, der auf Zusatz von verdünnter Salzsäure in grünen Flocken fällt.

Biliverdin.

Dieser Farbstoff löst sich leicht und mit grüner Farbe in Weingeist, ist aber in Chloroform unlöslich, welches Verhalten zu seiner Trennung von Cholepyrrhin hinreicht. Stellt man nach Scherer's Vorgang mit einer Biliverdinlösung die Gmelin'sche Probe an, so erhält man dieselben Farbenringe wie beim Biliphaein.

Das Cholepyrrhin war zuerst als amorpher Körper bekannt, wie man ihn auch aus dem krystallisirten darzustellen vermag. Löst man nämlich die Krystalle von Biliphaein in Ammoniak und neutralisirt nachgerade mit verdünnter Salzsäure, so fallt das nunmehr amorphe Biliphaein in gelben Flocken, die am Filter mit Wasser und, wenn sie anfangen sich grünlich zu färben, mit Weingeist gewaschen werden.

Dieses amorphe Biliphaein ist übereinstimmend mit den bisher bekannten und vielfältig angegebenen Eigenschaften des Biliphaeins, nur in einer Beziehung weicht es ab. Das gewöhnlich als amorph bezeichnete Biliphaein ist nämlich nie ganz rein, sondern gibt mit kochendem Alcohol behandelt eine dunkle Färbung, welche Brücke's krystallisirtes sowohl als amorphes Biliphaein nicht geben. Diese dunkle Färbung wird durch einen eigenen Farbstoff hervorgebracht, welchen Brücke dadurch wegschaffte, dass er bei der Darstellung des Biliphaeins wie erwähnt den Rückstand der Chloroformdestillation zu wiederholten Malen mit Weingeist auszog, der sich stets braun färbte. Die weingeistige Lösung nun enthält in der That einen braunen Farbstoff, von Brücke Bili-

Bilifuscin.

fuscin genannt. Das Bilifuscin hat keine charakteristische Reaction; es erzielt besonders mit concentrirter Schwefelsäure meist sehr dunkelbraune Färbungen und gibt der Gmelin'schen Probe unterzogen keine Farbenscala, was es von Biliphaein und Biliverdin hinlänglich scheidet.

Berzelius hat aus eingetrockneter Ochsengalle noch einen Farbstoff erhalten, der getrocknet eine glänzend brandgelbe Masse darstellte. Es scheint dieser Farbstoff, von ihm Bilifulvin genannt, kein reiner Körper, sondern eher ein Zersetzungsproduct zu sein. Bilifulvin.

Der Abstammung der Gallenfarbstoffe ist vielfach von Chemikern und Physiologen nachgeforscht worden. Abstammung.

Nach der Meinung der Einen wird in der Leber selbst, aus dem Haematin des Blutes, Gallenfarbstoff gebildet. Das Pfortaderblut ist dunkel, reich an Haematin und gealterten Blutzellen, das Lebervenenblut ist viel heller, ärmer an Haematin, reich an jungen Blutzellen, endlich bilden Blutextravasate sich theilweise wie erwähnt zu Haematoidin um, welches als identisch mit Biliphaein erkannt wurde.

Frerichs ued Staedeler geben an, dass die Gallenfarbstoffe von Umwandlung der Gallensäuren herrührten, Kühne und Lehmann glauben, dass die Galle, welche Blutkörperchen sehr energisch löst, Veranlassung gebe, dass aus dem freiwerdenden Haematin sich Haematoidin bilde. Neuster Zeit sprach Hoppe sich abermals gegen Frerich's und Staedeler's Theorie und für die alleinige Bildung des Gallenfarbstoffes aus Blutfarbstoff aus. Im Widerspruch mit den Angaben von Frerich, Staedeler, Folwarczny, Neukom wiederholt er seine Behauptung von der Anwesenheit der Gallensäuren im ikterischen Harn und gewährleistet die Sicherheit der Reaction nebst der Pettenkoferschen Probe auch durch die Prüfung über das Verhalten im polarisirtem Lichte. Er gibt ferner bei der Gelegenheit an, er habe durch seine Modification der Pettenkofer'schen Probe nicht Choloidin, sondern Cholonsäure erhalten.

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung der Gallenfarbstoffe ist uns unbekannt, es sei denn, wir nehmen sie für blosse Mauserstoffe.

Ausscheidung.

Die Ausscheidung derselben scheint in einer Reihe von theilweise bekannten Verwandlungen stattzufinden. So dürfte aus dem Cholepyrrhin sich das Biliverdin entwickeln, und zwar durch einfache Oxydation (Heintz). Im Darmrohr selbst wird der Gallenfarbstoff mehrfach verändert, endlich versagt die Gmelin'sche Probe, und in den unteren Partien des Darmes erscheint der Farbstoff ganz zersetzt.

Der Zusammenhang der Färbung der Faeces mit verschiedenartig verändertem Gallenfarbstoff ist nicht zu läugnen, doch ist Bestimmtes hierüber nicht bekannt.

Farbstoffe des Harns.

c) Farbstoffe des Harns.

Eine der dunkelsten Partien der physiologischen Chemie ist jene, welche von den Harnfarbstoffen und deren Constitution zu handeln hat. Wir sind wohl im Stande, die Abwesenheit von Blut und Gallenfarbstoffen im Harn darzuthun, aber genaue und lichtbringende Untersuchungen über das Pigment, welches den unter normalen Verhältnissen abgesonderten, somit blut- und gallefreien Harn färbt, besitzen wir derzeit noch nicht.

eller's Harnpigmente. Urophaein.

Heller nimmt im Harn zwei Pigmente an. Das eine nennt er Urophaein; es soll Farbe, Geruch und sauere Reaction des Harnes bedingen.

Giesst man in ein spitzes Kelchgläschen etwas concentrirte Schwefelsäure, und hierzu im raschen Guss Harn, so tritt unter Entwicklung eines eigenthümlichen, theerartigen Geruches eine granatbraune Färbung auf, nach deren grösserer oder geringerer Intensität Heller das Urophaein vermehrt oder vermindert nennt. Das Urophaein soll sehr stickstoffreich sein.

Uroxanthin.

Der zweite Harnfarbstoff, Uroxanthin genannt, färbt den Harn nur wenig. Gibt man in ein Kelchgläschen concentrirte Salzsäure und träufelt dann Harn zu, so färbt sich das Gemische unter normalen Verhältnissen gelb; bei Vermehrung des Uroxanthins blau oder roth. Heller nimmt an, dass diese Farbenvarietäten der Bil-

dung zweier Pigmentmodificationen entsprächen, die er Uroglaucin und Urrhodin nennt, und deren zugleiches Vorkommen der Reaction eine violetten Ton gibt. Versetzt man Harn mit etwas Bleizuckerlösung, so fallen mit dem Bleiniederschlage fast alle Pigmente, ausgenommen das Uroxanthin. Macht man dann die Probe auf Uroxanthin mit dem Bleifiltrat, so gelingt es eher auch eine geringere bläulich-violette Färbung zu sehen. Uroglaucin, Urrhodin.

Was die Darstellung des Urophaeins und Uroxanthins betrifft, so dampfe man circa 1—2 Litre Harn am Wasserbad ein, und ziehe den Rückstand mit Alcohol aus; der filtrirte Auszug enthält nebst anderen Stoffen das Urophaein. Nun verjagt man den Alcohol, lässt Harnstoff und Salze auskrystallisiren, giesst die Mutterlauge ab, zieht selbe mit Alcohol aus und versetzt mit Aether, scheidet hierdurch Uroxanthin und etwaige Hippursäure ab, filtrirt und hat im Rückstand des Filtrats das Urophaein. Fällt man Harn mit Bleizucker, hierauf mit Bleiessig, dampft dann das Filtrat ab, und zieht den Rückstand mit Aether aus, so findet sich im Aether gelöst das Uroxanthin. Es liegen über diese Pigmente keine analytischen Arbeiten vor, mit Ausnahme des Uroglaucins, dessen Identität mit den erst nach Heller angegebenen Pigmenten und zwar mit Martin's Urokyanin und Virchow's Harnblau fast ausser Zweifel steht.

Hill Hassal, Schunk, Kletzinsky's Analysen weisen für diesen blauen Harnfarbstoff und für Indigo gleiche Zusammensetzung, und zum Theil sogar dieselben Zersetzungsproducte nach.

Uroërythrin nennt Heller den häufig vorkommenden rosa- bis ziegelrothgefärbten, die sogenannten sedimenta lateritia färbenden Harnfarbstoff. Die fleisch- bis rosenrothe Farbe des Bleiniederschlages im Harn lässt auf geringere oder grössere Menge desselben schliessen. Uroërythrin.

Scherer fällt den Harn mit salpetersaurem Baryt, filtrirt, fällt mit essigsaurem Bleioxyd, wäscht den Niederschlag und zersetzt ihn mit Chlorwasserstoffsäure und Alcohol bei mässiger Erwärmung. Das alcoholische braune Filtrat wird verdampft und der Rückstand mit Scherer's Harnfarbstoff.

kaltem Wasser gewaschen. Die so dargestellte Substanz ist hell bis dunkelbraun, löslich in heissem Wasser, kaustischen kohlensauren Alkalien, Alcohol (besonders bei Gegenwart freier Säure), unlöslich in kaltem Wasser. Die Elementar-Analysen geben etwas differirende Zahlen, die aber alle einen hohen Kohlenstoffgehalt aussprechen.

Abstammung der Harnpigmente.

Die Abstammung der Harnfarbstoffe mag wohl aus den Blutfarbstoff am bequemsten abzuleiten sein. Bestätigend erweist sich hier die Beobachtung, dass in Krankheiten der Organe, welche zum Blutleben in besonderee Beziehung stehen, so in Alterationen der Lungen, Leber, Milz, pigmentreichere Harne als sonst entleert werden. Experimente, welche in den Organismus Stoffe, die das Blutleben directe angreifen, einbrachten, verursachten nicht minder einen an Farbstoffen reicheren Harn.

Austritt und physiologische Bedeutung.

Die Ausfuhr der Harnfarbstoffe geschieht wohl stets im Harn, bisweilen tritt Uroglaucin im Schweiss aus (Heller).

Im Allgemeinen sind die Harnpigmente als reine Mauserstoffe zu betrachten und somit auch deren physiologische Bedeutung hierdurch bezeichnet.

3. Zuckerarten und verwandte Körper.

Wir kennen mehrere Zuckerarten, so den Rohrzucker, den Traubenzucker, den Fruchtzucker und endlich den Milchzucker. Alle diese Zucker werden theils mit der Nahrung eingeführt, theils innerhalb des Organismus gebildet. In näherer Beziehung zu den Zuckern selbst stehen eine Reihe von Körpern, die grösstentheils in Zucker umwandelbar sind. Hierzu gehören: Stärkemehl, Dextrin, Inulin, Lichenin, Paramylum, Gummi, Cellulose.

Es erübrigt noch einige Stoffe aufzuzählen, welche in Zusammensetzung und Geschmack den Zuckerarten sehr ähnlich sind, aber keiner Gährung, d. h. keiner Spaltung in Alcohl und Kohlensäure fähig sind. Es sind diess Inosit und Phaseomannit.

Rohrzucker.

Rohrzucker.

Der Rohrzucker C_{12} H_{11} O_{11} kommt vor in Pflanzensäften, besonders jenen des Stammes; am meisten findet er sich im Zuckerrohr und in der Runkelrübe. Eine Rohrzuckerlösung dreht die Polarisationsebene nach rechts; verdünnte Säuren wandeln den Rohrzucker in Fruchtzucker um.

Traubenzucker.

Traubenzucker.

In den süss schmeckenden Früchten, wie Trauben, Feigen, Kirschen, Pflaumen, ist eine Zuckerart, die beim Eindampfen des Saftes als eine syrupartige Flüssigkeit zurückbleibt, nach längerem Stehen aber sich in Krystalle von Krümmelzucker verwandelt. Der Traubenzucker dreht die Polarisationsebene rechts. Er hat die Formel C_{12} H_{12} O_{12} + 2 aq.

Der Traubenzucker kommt normal und pathologisch im Körper vor. Da wir selben in der Nahrung zu uns nehmen oder aus Stärkemehl erzeugen, so finden wir ihn im gesunden Zustand noch im Dünndarminhalt, im Chylus, Blut, in der Leber u. s. f.; spurenweise auch im normalen Harn, wie diess Brücke bewiesen. Pathologisch tritt Zucker zumeist bei Diabetes mellitus im Harn und andern thierischen Flüssigkeiten auf. Sonst finden wir ihn noch bei verschiedenen mechanischen Kreislaufstörungen, Hirnleiden u. a. Er kommt überall gelöst vor.

Vorkommen.

Normal.

Pathologisch.

Der Traubenzucker kommt, wie gesagt, dem Organismus theils durch die Nahrung zu, theils wird er im Organismus selbst gebildet Materiale zur Zuckerbildung gibt vor Allem das mit der Nahrung zugeführte Stärkemehl, welches unter Einwirkung von Speichel, pancreatischem nnd Darmsaft langsam und allmälig in Zucker übergeht

Abstammung.

Es wird aber auch Zucker ohne Zufuhr von Amylum oder verwandten Substanzen directe in der Leber gebildet. Das Materiale hierzu ist aber bisher unbekannt und Ursache mancher Hypothesen; doch machen Lehmann's Untersuchungen, welche zeigten, dass das Blut, nachdem es die Zucker bildende Leber passirt, relativ

Bildung des Zuckers in der Leber.

ärmer an Albuminaten sei, die möglicherweise gepaarte Constitution der Albuminate mittelst eines Kohlehydratpaarling einerseits, Berthelot's Entdeckung der Zuckerbildung aus Glycerin anderseits, das Materiale zur Zukkerbildung wenigstens einigermassen erklärlich. Claude Bernard war es vorbehalten in der Leber eine eigene, die Zuckerbildung veranlassende, die sogenannte glycogene Substanz zu entdecken.

Glycogen-Darstellung.

Er zerschnitt eine möglichst frische Leber, trug selbe in kochendes Wasser ein, zerrieb und liess $^3/_4$ bis 1 Stunde kochen. Nun wurde ausgepresst, das opalisirende Filtrat mit der 4 bis 5fachen Menge Alcohols von 38^0 bis 40^0 versetzt, und die hierdurch präcipitirte flokkige, gelblichweisse Substanz durch Waschen mit Alcohol von Zucker, löslichen Gallenstoffen u. dgl. befreit. Die noch unreine Materie kocht man hierauf $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde in einer sehr concentrirteu Kalilauge, filtrirt das Product mit wenig Wasser, präcipitirt das Filtrat mit der 4- bis 5fachen Menge Alcohol, wäscht das Kali mit dem Alcohol aus, und entfernt rückständiges kohlensaures Kali durch Versetzung der wässrigen Lösung mit Essigsäure, das essigsaure Kali durch Auslaugen mit Alcohol. Es bleibt hierbei zurück: eine weisse, pulvrige, mehlartige, indifferent reagirende, geruchlose, wie Amylum schmeckende Substanz, die glycogene Substanz der Leber, auch Hepatin oder Glycogen genannt.

Nach einer abgekürzten Methode stellte Bernard späterhin das Hepatin dar, indem er es direct aus der frischen Lebersubstanz mit überschüssiger, cristallisirbarer Essigsäure ausfällt. Versetzt man ein filtrirtes Leberdecoct in der Kälte mit Essigsäure, so erhält man die glycogene Substanz am reinsten; die Albuminate bleiben alsdann in Lösung.

Eigenschaften des Glycogens.

Die glycogene Substanz stellt gereinigt ein weisses, Amylum ähnliches Pulver dar, welches mit Wasser ebenso kleisterartig quillt, aber beim Erwärmen sich zu einer opalisirenden Flüssigkeit löst. Jod gibt eine braune bis braunrothe Färbung. Die Stoffe, welche Amylum in Traubenzucker wandeln, thun dasselbe mit der glyco-

genen Substanz, ebenso wird selbe mit concentrirter Salpetersäure zu Xiloidin, beim Kochen zu Oxalsäure.

Das Glycogen hängt meist von der Leber ab, bei Krankheiten dieses Organs schwindet es, dagegen wird es bei jeder Diät, sogar bei reiner Fleischnahrung, doch stetig gebildet. Das eigentliche Grundmateriale zur Bildung des Glycogens ist uns derzeit noch fremd, wenngleich hohe Wahrscheinlichkeit für die Bildung aus in Spaltung begriffenen Albuminaten spricht.

Der chemischen Constitution nach erscheint das Glycogen als ein Kohlehydrat von gleicher Zusammensetzung in den foetalen Geweben — in denen es zur selben Zeit zu existiren aufhört, wo es in der Leber auftritt, so wie in der Leber des Erwachsenen.

Physiologische Bedeutung und Ausscheidung des Glycogens.

Für die physiologische Bedeutung des Glycogens spricht vorerst die Fähigkeit Zucker zu bilden, dann aber auch die eigenthümliche Art des Auftretens und Schwindens im foetalen Leben. Es liesse sich hieraus ganz wohl der Schluss ziehen, dass das Glycogen eine gewisse histogenetische Rolle spiele und gleichsam thierische Stärke repräsentire.

Sein Austritt aus dem Organismus geschieht in Form von Traubenzucker, in den es sich unter Einwirkung eines eigenthümlichen Fermentes sogar extra vitam verwandelt, und sodann als Zucker weiter zu verfolgen kömmt.

Nach dieser durch die Wichtigkeit der oben besprochenen Substanz nothwendig gewesenen Abschweifung kehren wir wieder zum Traubenzucker zurück, um seine physiologische Bedeutung zu erörtern.

Physiologische Bedeutung des Traubenzuckers.

Wir haben bei den Fetten die mögliche Abstammung derselben aus Kohlehydraten erwähnt, verweisen auf die hierher bezüglichen Metamorphosen des Zuckers bei seinem Austritt und erinnern nur noch an die Qualität des Traubenzuckers, als Respirationsmittel zu fungiren. Der Zucker, in seiner vollständigen Umwandlung bis zu Kohlensäure und Wasser, bedarf hierzu verhältnissmässig grosser Sauerstoffmengen, und gelegentlich dieser Oxydation findet Wärmeentwicklung statt, die einen guten Theil der thierischen Wärme überhaupt sicherstellt. Die weitere Bsdeutung des Traubenzuckers oder seiner

Spaltungs- und Zersetzungsproducte ist derzeit unbekannt.

Ausscheidung des Traubenzuckers.

Sein Austritt aus dem Organismus geschieht im Wege der Metamorphose und Vereinfachung seiner Constitution.

Der Zucker als solcher, die kaum erwähnenswerthen Spuren im normalen Harn abgerechnet, wird theils vom Darm aus resorbirt, theils im Darm selbst zersetzt.

Verwandlung im Blut.

Der vom Darm aus ins Blut übergehende Zucker verschwindet darin ausnehmend rasch, und zwar lässt sich diese Thatsache im Vergleich des zuckerreichsten Blutes in den Lebervenen zu jenem in der Lunge z. B. verfolgen. Der rasche Umsatz und das Verschwinden des Zuckers im Blut wurde auf die verschiedenste Weise geund missdeutet, bis Gorup-Besanez die wichtige Entdeckung machte, dass Rohr- und Traubenzucker in schwach alcalischen Lösungen durch Ozon stetig in Kohlensäure und Ameisensäure verwandelt werden, ohne dass hierbei ein Zwischenproduct auftrete.

Verwandlung im Darm.

Der vom Darm rückgehaltene Zucker setzt sich hier in Milchsäure und Buttersäure um; weitere Metamorphosen kennen wir nicht. Die Zersetzungen des Zuckers im Darm scheinen nach dem Typus derselben Verwandlungen ausserhalb des Organismus zu erfolgen. So setzt sich Zucker in Berührung mit thierischen Membranen auch extra vitam in Milchsäure und Buttersäure um. Unter anderweitigen Bedingungen zerfällt er zu Milchsäure, Mannit und einer wenig erkannten, schleimigen Materie.

Liebig's Theorie der Umwandlung von Zucker in Fett.

Die wiederholt erwähnte Umwandlung, respective Oxydation, von Zucker zu Fett lässt sich nach Liebig's Formelangaben vergegenwärtigen.

$$2\,\text{Aeq. Traubenz.}\ C_{24}\left\{\begin{matrix}H_{24}\\O_{24}\end{matrix}\right\}+4O=\left\{\begin{matrix}C_{16}\,H_{16}\,O_{1}\ \text{Caprylsäure.}\\H_{8}\ \ O_{8}\ \ \text{Wasser.}\\C_{8}\ \ \ O_{16}\ \ \text{Kohlens.}\end{matrix}\right.$$

$$1\,\text{Aeq. Traubenz.}\ C_{12}\left\{\begin{matrix}H_{12}\\O_{12}\end{matrix}\right\}+10O=\left\{\begin{matrix}C_{6}\ H_{5}\ O_{3}\ \text{Lipyloxyd.}\\H_{7}\ \ O_{7}\ \ \text{Wasser.}\\C_{6}\ \ \ O_{12}\ \ \text{Kohlens.}\end{matrix}\right.$$

Zuckerausscheidung bei Diabetes mellitus.

Die Metamorphosirung und das endliche, völlige Schwinden des Zuckers im normalen Verlauf des Stoffwechsels wird in einer eigenthümlichen Krankheit theilweise aufgehoben, und wir sehen dann den Zucker als solchen zur Excretion kommen. Wie in dieser unter dem

Namen Diabetes mellitus bekannten Erkrankung, ebenso finden wir eine massenhafte Zuckerausscheidung, wenn nach Claude Bernard's Vorgang der Boden der vierten Hirnkammer verletzt ward. Der Zusammenhang der Hirnreizung mit der Zuckerausscheidung ist völlig unklar. Für die Ursache der massenhaften Zuckerproduction in der Leber dürfte nach den neueren Untersuchungen der pathologischen Anatomen und Claude Bernard's Theorie eine functionelle Störung, ein Uebermass der Zuckerbereitung in der Leber anzunehmen sein.

Zuckerproben.

Bei der grossen Rolle, die der Zucker im normalen wie pathologischen Stoffwechsel spielt, ist sein Nachweiss in den verschiedenen thierischen Flüssigkeiten von grossem Belang.

Wir kennen eine Reihe von mehr minder verlässlichen, sogenannten Zuckerproben, die wir in Kürze folgen lassen.

Heller und Moore's Probe.

Heller und Moore versetzen die auf Zucker zu prüfende Flüssigkeit mit Aetzkali und beim Kochen tritt, wenn Zucker vorhanden war, eine gold- bis dunkelbraune Färbung auf; auf Zusatz von Salpetersäure entwickelt sich der Geruch nach gebranntem Zucker (Caramel). Bei sehr geringen Mengen Zuckers ist diese Probe, so einfach und bequem sie anderseits anzustellen ist, etwas unverlässlich, weil organische Substanzen überhaupt von Aetzkali etwas gebräunt werden.

Trommer'sProbe

Trommer's Probe. In Kupferoxydlösungen reduzirt Zucker bei Anwesenheit von freiem Alkali das Oxyd zu rothem Kupferoxydul oder gelben Kupferoxydulhydrat. Diese Reaction tritt in der Kälte langsam, schnell beim Erwärmen ein.

Böttger's Pr obe.

Böttger's Probe. Zucker reduzirt, wenn kohlensaures Natron zugegen ist, das weisse basisch-salpetersaure Wismuthoxyd (magisterium bismuthi) beim Kochen zu schwarzem Wismuthsuboxyd. Untersuchungen an thierischen Secreten, die Eiter, Schleim u. dgl. Stickstoff oder gar schwefelhältige Substanzen enthalten, setzen voraus, dass derlei Flüssigkeiten erst mit Alcohol gefällt, der Alcohol verjagt und dann im Rückstand, der mit Wasser aufgenommen wird, erst auf Zucker geprüft werde. Man begegnet so am besten dem Vorwurf, dass durch

Einwirkung des Alkalis sich der Schwefel einer organischen Beimengung mit dem Wismuth zu schwarzem Schwefelwismuth verbunden und so zur Täuschung Veranlassung gegeben hätte.

Löwig's Probe.

Löwig's Probe. Aetzkali bewirkt in Eisenlösungen einen Niederschlag, ausgenommen bei Gegenwart von Zucker. Erwärmt man ferner eine zuckerhältige Lösung eines Eisenoxydsalzes, so färbt sie sich braun; fügt man einen Tropfen Salzsäure und Ferrocyankalium hinzu, so tritt eine blaue Fällung ein, weil Eisenoxyd zu Eisenoxydul reduzirt wurde, da sonst, wenn noch Eisenoxyd, respective Eisenchlorid vorhanden wäre, eine schwachbräunliche Fällung eingetreten wäre. Diese Probe ist für reine Zuckerlösungen sehr anwendbar, weniger aber für derlei thierische, da z. B. im Harn bei Bildung von Eisenchlorid die Phosphate fallen und dann die blaue Reductionsfärbung eintritt, auch wenn kein Zucker vorhanden war.

Chromsäureprobe.

Chromsäureprobe. Rothe Chromsäure wird in einer Zuckerlösung zu grünem Chromoxyd reduzirt. Auch diese Probe ist im Harn nicht sehr anwendbar.

Cautelen bei Zuckerproben.

Zuckerproben, wenn sie in thierischen Flüssigkeiten vorgenommen werden, bedingen, dass alles Eiweiss vorher entfernt werde, da selbes auf die verschiedenen Reactionen störend einwirkt; ferner ist der etwaige Ammoniakgehalt einer Flüssigkeit sehr zu beachten. Kupferoxyd wird zwar auch da zu Kupferoxydul reduzirt, es entsteht aber statt einer braunen bis gelben Fällung dann nur eine Entfärbung, indem das Kupferoxydul von Ammoniak gelöst wird.

In trüben, schleimigen Flüssigkeiten ist die Aufsuchung des Zuckers mit manchen Schwierigkeiten verbunden, und z. B. eine quantitave Zuckerbestimmung mittelst des Polarisationsinstrumentes geradezu unmöglich.

Scherer schlägt vor, solche Flüssigkeiten mit basisch essigsaurem Bleioxyd und das Filtrat hiervon neuerdings mittelst Ammoniak zu fällen.

In ersterem Niederschlag ist neben Albumin, Farbstoffen, Harnstoff u. s. w., wohl etwas Zucker enthalten, aber in fast zu vernachlässigender Menge. In dem letzteren auf Zusatz von Ammoniak entstandenen Nieder-

schlag ist nebst dem überschüssigen Bleisalz fast aller Zucker enthalten. Auf Zusatz von Alcohol entsteht eine unlösliche Verbindung, und beim Filtriren bleiben Zucker und Bleisalz am Filter. Zersetzt man diesen Filterrückstand mit Schwefelwasserstoff und filtrirt neuerdings, so erhält man ein klares Filtrat, welches den Zucker enthält und zu Proben mit dem Polarisationsapparate oder zu Gährungsversuchen ganz geeignet ist.

Nachweis geringer Mengen Zucker's.

Handelt es sich um sehr geringe Mengen Zuckers, die noch qualitativ erkannt werden sollen, so isolirt man sich vorerst den Zucker. Man kommt hierzu meist nur bei Harnuntersuchungen und folgt am zweckmässigsten der Methode Brücke's.

Methoden Brücke's.

Man versetzt den Harn mit so viel starkem Weingeist, dass in der gemischten Flüssigkeit etwa $^4/_5$ Theile absoluten Alcohols sind. Dies erzielt man mit Weingeist, der 94.3—94.4 Volumprocente und 0·7951 Dichte bei 12^0 R. enthält, indem man je 10 C. C. Harn mit 54 C. C. dieses Alcohols versetzt. Nachdem circa 200 C. C. Harn so gemengt sind, wartet man bis der Bodensatz sich gesenkt und filtrirt dann in ein Glas. Zu dem Filtrat nun wird mit Vorsicht so viel alcoholische Kalilösung gegeben, dass ein Tropfen der Flüssigkeit eben hinreicht, rothes Lacmuspapier deutlich zu bläuen. Man lässt dann in kühler Temperatur durch 24 Stunden stehen, giesst darauf die nunmehr geklärte Flüssigkeit vorsichtig aus, lässt den Rest Alcohol vom Glas weg in gewöhnlicher Temperatur verdampfen, giesst etwas weniges destillirtes Wasser in das Glas und sucht durch passendes Schwenken u. dgl. den gesammten Niederschlag von den Wänden abzulösen. Diese kleine Quantität Flussigkeit prüft man nun mit Aetzkali, mit Kali und Kupfer, mit Wismuthoxyd und kohlensaurem Natron auf Zucker.

Bei dieser Methode fällt ein beträchtlicher Theil des Zuckers nicht als Zuckerkali und geht für den Nachweis verloren; es ist desshalb bei geringen Zuckermengen eine andere Methode Brücke's mehr zu empfehlen, welche unter allen bisherigen Proceduren die günstigsten Resultate gab. Man fällt den Harn mit Bleizucker filtrirt, fällt das Filtrat mit Bleiessig und filtrirt. Man bearbeitet getrennt: a) den Niederschlag, b) das Filtrat.

Der Niederschlag wird in Löschpapier getrocknet, mit Wasser und dann mit Oxalsäure verrieben, bis eine filtrirte Probe mit $\overline{O}$ keine Trübung mehr gibt. Man filtrirt die Gesammtmenge, sättigt mit kohlensaurem Natron, säuert mit Essigsäure an und concentrirt auf ungefähr $^1/_5$ Volum. Nach dem Erkalten gibt man das 4fache eines starken Alcohols (94 Vol. %) hinzu, mischt gut, lässt absetzen und filtrirt. Das Filtrat wird mit alcoholischer Kalilösung, so lange es sich noch trübt, versetzt, gekühlt und abgegossen. Das ausgeschiedene Zuckerkali verwendet man dann zur beliebigen Reductions- und Gährungsprobe.

Das Filtrat wird mit Ammoniak gefällt, der Niederschlag in Löschpapier getrocket und directe auf Zucker geprüft oder mit Oxalsäure zerlegt und im Filtrat geprüft. Der Ammoniak-Niederschlag enthält nach Bence-Jones, der Brücke's Arbeiten wiederholte, $^2/_3$ des Zuckers. Bence-Jones empfiehlt Schwefelwasserstoff statt Oxalsäure anzuwenden. Er wies nach Brücke's Methode $^1/_{200}$ % Zucker im Harn nach. Er empfiehlt übrigens für kleine Zuckermengen auch die Pettenkofer'sche Methode mit Gallensäuren und concentrirter Schwefelsäure.

Mittelst dieser sehr empfindlichen Proben kann man somit nach Brücke's Vorgang auch im Harn eines gesunden Menschen stets Zucker nachweisen.

Fruchtzucker.

Fruchtzucker.

Der Fruchtzucker, auch Glucose genannt, findet sich in sauren Früchten und gemengt mit Traubenzucker im Honig. Er besitzt dieselbe chemische Constitution wie der Traubenzucker, unterscheidet sich aber von ihm dadurch, dass er die Polarisationsebene nach links dreht, während, wie bekannt, der Traubenzucker selbe nach rechts dreht. Der Fruchtzucker geht nach längerem Stehen spontan in Traubenzucker über.

Milchzucker.

Milchzucker.

Vorkommen und Eigenschaften.

Der Milchzucker $C_{12}\ H_{11}\ O_{11} + HO$ ist ein wichtiger Bestandtheil der Milch aller Säugethiere, unabhängig von deren Nahrung.

Man gewinnt ihn leicht aus der von Fett und Caseïn befreiten Milch beim Abdampfen und Auscrystallisiren. In Alcohol und Aether unlöslich, ist er wohl in Wasser löslich, aber in geringerm Grade als Rohr- oder Traubenzucker. Er dreht die Polarisationsebene nach rechts, und reduzirt wie der Traubenzucker leicht reduzirbare Metalloxyde. Mit Salpetersäure gelinde erwärmt, verwandelt sich der Milchzucker in Schleimsäure 2HO. C_{12} H_5 O_{14} und unterscheidet sich hierdurch von dem Rohrzucker, der mit Salpetersäure Zuckersäure C_{12} H_{10} O_{16} + HO bildet.

Der Milchzucker kommt gewöhnlich von aussen nur durch Milchgenuss in den Organismus, und der Zucker der Milch wird schon im Darm zersetzt. Der in den Brustdrüsen zur Ausscheidung kommende Milchzucker wird somit im Thierleib selbst erzeugt und zwar, wie es scheint, ausschliesslich in den Brustdrüsen.

Nur auf zweierlei Weise kann man sich aber das Entstehen in der Drüse denken. Entweder führt das Blut Traubenzucker, statt ihn, wie gewöhnlich, zu verbrennen, bis zur Brustdrüse, um ihn dort in Milchzucker zu transformiren, oder in der Drüse findet eine Spaltung von Albuminaten und directe Neubildung von Milchzucker statt.

Physiologische Bedeutung.

Wir kennen die Bestandtheile der Milch: Albuminate, Zucker, Fette, Salze, wissen welch vortreffliches Nahrungsmittel die Milch ist und schliessen somit aus deren physiologischer Bedeutung auch auf jene des Milchzuckers, als eines wichtigen Factors.

Ausscheidung.

Der Milchzucker wird entweder mit der Milch ausgeschieden, oder wenn mit der Milch zurückgehalten, in Traubenzucker verwandelt, und wie dieser verbrannt.

Amylum.

Amylum.

Vorkommen.

Das Amylum, Stärkmehl, C_{12} H_{10} O_{10} kommt in den Zellen der Pflanzen, vielen Samenwurzeln vor, ist in kaltem Wasser unlöslich, quillt in heissem Wasser zu sogenanntem Kleister auf und gibt mit Jod eine characteristische blaue Färbung.

Mit Säuren behandelt wird das Amylum löslich und zwar weniger chemisch verändert als in seiner Mollecu-

laranordnung alienirt. Das Amylum wird in ziemlich bedeutender Menge mit der Nahrung eingeführt aber als unlöslicher Körper nicht resorbirt, sondern vorerst umgewandelt in Dextrin, und zwar kann diese Metamorphose vor sich gehen durch Gährung bei entsprechend erhöhter Temperatur, wie diess z. B. in der Brodbereitung geschieht, oder durch Behandlung mit verdünnten Säuren und Fermenten, z. B. mit den Säuren des Magensaftes, den Fermenten des Speichels (diastase salivaire).

Das Amylum ist, weil es in Dextrin und endlich in Traubenzucker umgewandelt wird, diesem letzteren Kohlehydrat bezüglich seiner physiologischen Bedeutung und Ausscheidung identisch.

Dextrin.

Dextrin.

Abstammung, physiologische Bedeutung und Ausscheidung.

Die Umwandlung von Amylum zu Traubenzucker geschieht durch ein Mittelglied, das Dextrin. Das Dextrin C_{12} H_{10} O_{10} ist ein gummiartiger Körper, der im hohen Grade die Eigenschaft besitzt, die Polarisationsebene des Lichtes nach rechts zu drehen, woher er auch den Namen erhielt.

Ein eigenthümlicher, in den Getreidearten enthaltener oder doch sich bildender Stoff, Diastase genannt, (siehe Eiweisskörper) vermittelt die Bildung des Dextrins aus Amylum. Dextrin wird durch Jod nicht blau gefärbt und an dem Versagen dieser Reaction erkennt man die gänzliche Umwandlung des Amylums zu Dextrin. Dextrin wird nach und nach zu Traubenzucker gewandelt, mit dem es auch physiologische Bedeutung und Ausscheidung gemein hat.

Inulin, Lichenin, Paramylum.

Inulin.

Das Inulin, der eine der sogenannten stärkmehlartigen Stoffe, findet sich in den Wurzeln vieler Compositen, und scheidet sich beim Erkalten einer Abkochung der Wurzeln als weisses Pulver ab. Jod färbt Inulin nicht blau, mit verdünnten Säuren aber bildet Inulin auch Traubenzucker und mit Salpetersäure erhitzt Oxalsäure.

Lichenin.

Das Lichenin, auch Moosstärke genannt, einheimisch in verschiedenen Flechten, wird gewonnen, wenn man diese mit kaltem Wasser digerirt und dann

kocht. Beim Abkühlen fällt ein gallertartiger Körper, der Jod bläut, und welcher mit verdünnten Säuren Traubenzucker gibt.

Das Paramylum, meist in kleinen, weissen Körnern bei Infusorien (Euglena viridis) gefunden, quillt in kochendem Wasser, ohne Kleister zu bilden, und wird durch kochende Salzsäure in Traubenzucker verwandelt. Paramylum.

Gummi. Gummi.

Mit dem Namen Gummi C_{12} H_{10} O_{10} werden mehrere Stoffe bezeichnet, die in dem Saft der Pflanzen gelöst und häufig als Ausscheidungsproduct an den Rinden oder durch Fällung des Saftes mit Alcohol, worin Gummi unlöslich ist, gewonnen werden. Gummilösungen drehen die Polarisationsebene links. Mit der Nahrung oder als Heilmittel genossen, wird wenig vom Gummi resorbirt. Er wird überhaupt von den Verdauungssäften wohl gelöst, aber nicht chemisch verändert. Mit diluirten Säuren längere Zeit gekocht, wird Gummi zu Zucker.

Cellulose. Cellulose.

Die Pflanzen enthalten, wie erwähnt, Stärkemehl, und dieses ist in Zellen eingeschlossen, welche aus einer eigenthümlichen, hie und da auch in niederen Thierclassen angetroffenen Substanz von der Formel C_{12} H_{10} O_{10} der Cellulose bestehen. Mit Schwefelsäure behandelt geht Cellulose in Zucker über, mit concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure aber in eine merkwürdige Verbindung: das Pyroxylin oder die Schiessbaumwolle C_{12} H_7 N_3 O_{22}. Drei Aequivalente Wasserstoff der Formel Cellulose werden durch drei Aequivalente Untersalpetersäure substituirt nach der Gleichung C_{12} H_{10} O_{10} + 3 HO. NO_5 = C_{12} H_7 (N_3 O_{12}) O_{10} + 6 HO, Pyroxilin.

Löst man Pyroxylin in einem Gemisch von Alcohol und Aether, so erhält man das in der Heilkunst vielfach verwendete Collodium. Collodium.

Cellulose ist, ausgenommen sehr junge Holzfasern, unverdaulich und wird mit den Excrementen ausgeschieden.

Inosit, Phaseomannit.

Inosit. Der Inosit C_{12} H_{12} O_{12} + 4 aq, ein deutlich süss schmeckender, in Wasser leicht, in Weingeist schwer, in Alcohol und Aether unlöslicher Körper, findet sich im Herzmuskel, Leber, Lunge u. s. f. Er characterisirt sich nach Scherer's Angabe durch sein Verhalten am Platinblech. Hier mit Salpetersäure abgeraucht und im Rückstand mit Ammoniak und Chlorcalcium versetzt, gibt er eine lebhaft weinrothe Färbung. Er wird im Organismus selbst gebildet. Merkwürdig ist der von Vohl beobachtete Fall, wo bei einem Diabetes Inosit im Harn auftrat. Da der Inosit normaler Weise in keinem Excret vorkommt, so ist seine Zersetzung im Organismus gewiss.

Er zerfällt sehr leicht in Butter- und Milchsäure, und scheinen die Endproducte Kohlensäure und Wasser durch den Uebergang des Inosits in Butter- und Milchsäure vermittelt zu werden.

Phaseomannit. Phaseomannit wird ein dem Innosit in Constitution und Eigenschaften ganz gleicher zuckerartiger Stoff in den Bohnen genannt.

Inosit und Phaseomannit sind gährungsunfähig. Dargestellt wird der Inosit meist aus dem Herzmuskel, indem man nach Auskrystallisiren des Kreatins aus der Fleischflüssigkeit, Schwefelsäure und Alcohol hinzufügt, worauf sich schwefelsaures Kali bildet und Inosit auscrystallisirt.

B. Producte der eigentlichen regressiven Metamorphose, Mauserstoffe.

Wir sondern selbe in Ermanglung eines besseren Eintheilungsprincips ab in: stickstoffhaltige und stickstofffreie Körper und unterscheiden bei ersteren amidartige Körper und Säuren.

Stickstoffhaltige Mauserstoffe.

a. Stickstoffhaltige, amidartige Körper.

Leucin.

Vorkommen und Eigenschaften.

Das Leucin kommt vor in Gestalt mikroscopischer scheibenartiger, kugeliger Massen, die öfters eine concentrisch geordnete Menge von feinen Kristallnadeln erkennen lassen. Es ist in kaltem Wasser und in Ammoniak löslich, in kaltem Alcohol und Aether unlöslich, in kochendem Alcohol löslich, fällt aber beim Erkalten wieder heraus.

Mit Salpetersäure abgedampft gibt es einen blasigen, schwachgelben Rückstand, der auf Zusatz von Natronlauge sich in einen ölartigen Tropfen contrahirt.

Nach Heintz ist das Leucin zu betrachten als ein dem Typus Ammoniak zugehöriger Körper. Leucin wurde bereits in den verschiedensten Organen und Secreten gefunden, so (Scherer) im Pancreas zu 7·37 Procent, in der Milz, Leber, besonders bei Lebererkrankungen, Herzfleisch (Staedeler, Frerichs, Valentiner, Folwarczny), leukämischen Blut, Inhalt der Blatternpustel, der Pemphigusblasen (Folwarczny, Schauenstein).

Es ist ausser allem Zweifel, dass das Leucin aus den Eiweisskörpern sich bilde und nur für den Organismus selbst als Bildungsstätte erhebt sich die Frage: wird das Leucin im physiologischen oder pathologischen Zustand schon spontan im Körper gebildet, oder wird das Zustandekommen dieser Verbindung erst durch die Art und Weise der Reaction oder gar durch Fäulniss u. dgl. bewirkt?

Ohne im Geringsten zu bestreiten, dass Leucin im Wege der Fäulniss entstehe, oder dass dem im Organismus erzeugtem Leucin, etwas durch Zersetzung post mortem Gebildetes beigemengt sei, wollen wir nur erwähnen, wie in thierischen Geweben, die unmittelbar nach dem Tode des Thieres, so zu sagen, noch lebenswarm in Alcohol oder Bleizucker gelegt und dann schnell möglichst der Bearbeitung unterzogen wurden, Leucin und verwandte Stoffe zu wiederholten Malen und zwar in beträchtlicher Menge gefunden wurden.

Man hat ferner Methoden erdacht, die bei Aufsuchung des Leucins u. dgl. den Verdacht einer künstlichen Bildung dieser Körper ausschliessen, und man ist in der Lage endgiltig zu sagen: Leucin sei ein unzweifelhaftes Educt des Organismus, und keineswegs immer ein Product irgendwelcher Methode oder spontanen Zersetzung; Staedeler und Frerichs nehmen an, die Umsetzung der Eiweissstoffe zu Leucin u. dgl. gehe im Wege der Gährung vor sich, und die gewissen Organen eigenthümlichen Fermentstoffe geben hierzu die Anregung.

Physiologische Bedeutung.

Ueber die physiologische Bedeutung von Producten der regressiven Methode lässt sich wenig anführen. Leucin ist jedenfalls bei dem raschen Zerfall mancher Organe als Mittelglied der Umsetzung energisch betheiligt. Der Leucingehalt des Harns und der Leber bei acuter gelber Leberatrophie ist hierzu ein guter Beleg.

Ausscheidung.

Wohl ist der Leucingehalt des Harns ein seltener Befund, und da weiters Ammoniak und fette Säuren als Spaltungsproducte des Leucins bekannt sind, so wäre der Austritt des Leucins, respective seine Metamorphose und endliche Oxydation unschwer zu erklären. Nahe verwandt in so manchen Eigenschaften steht dem Leucin das

Tyrosin.

Tyrosin.

Vorkommen, Eigenschaften und physiologische Bedeutung.

In Gestalt langer beidendig zugespitzter, bündelförmig gelagerter oder einzelner Nadeln krystallisirend, ist das Tyrosin schwer löslich in kaltem Wasser in Alcohol und Aether, leicht löslich in kochendem Wasser. Aus ammoniakalischer Lösung krystallisiren die Tyrosinkristalle in ziemlich grossen und schönen Krystallen aus.

Mit Salpetersäure behandelt gibt das Tyrosin am Platinblech erwärmt, einen citrongelben glänzenden Rückstand, der beim Beträufeln mit Natronlauge in der Kälte rothbraun, in der Wärme sepiabraun wird (Scherer).

In Schwefelsäure gelöstes Tyrosin mit Wasser verdünnt und mit kohlensaurem Baryt oder Kalk neutralisirt, gekocht und filtrirt, gibt im Filtrat auf Zusatz von neutralem Eisenchlorid eine schön violette Färbung (Pyria-Staedeler).

Mit Leucin beinahe immer in Gemeinschaft auftretend findet es sich in verschiedenen Geweben, vorzüglich

in der Leber bei schweren Gewebserkrankungen u. dgl. wenn auch in nicht so bedeutender Menge, als das Leucin, mit dem es gleichwohl den Ursprung und die physiologische Bedeutung gemein zu haben scheint.

Die Art und Weise der Ausscheidung des Tyrosins, dessen Metamorphosen sind uns derzeit noch unbekannt. Eine interessante Hypothese bedarf jedoch der Erwähnung. Tyrosin scheint bei gewissen Spaltungen Glycin zu bilden, welches ja bekanntlich Paarling der Glycocholsäure ist. Es mag also vielleicht Tyrosin zur Bildung der Gallensäuren dienen und hieraus erklärt es sich dann ohne besonderen Zwang, warum bei einer so bedeutenden Functionsstörung wie bei gelber Leberatrophie so viel Tyrosin im erkrankten Organ gefunden wird. Ausscheidung.

Guanin.

Guanin.

Im Pancreas, der Leber, den Mesenterialdrüssen u. dgl. kommt ein, dem aus Guano gewonnenen Guanin völlig identischer Körper vor. Er stellt eine amorphe bräunlichgelbe bis gelbweisse Masse vor, die in Wasser, Alcohol und Aether unlöslich, in Säuren und Alkalien aber leicht löslich ist. Am Platinblech mit Salpetersäure abgeraucht gibt Guanin einen gelben Rückstand, der, mit Alkalien behandelt, gelbroth wird. Vorkommen, Eigenschaften.

Die Bildung des Guanins geschieht innerhalb des Organismus mit grosser Wahrscheinlichkeit aus Albuminaten. In den Metamorphosen des Guanins liegt sein funktioneller Werth. Es scheint erwiesen zu sein, dass das Guanin endlich in Harnstoff sich umwandle, und somit ein nicht unwichtiges Mittelglied der regressiven organischen Stufenleiter bilde. Ueber diese und ähnliche Metamorphosen verweisen wir auf die entsprechende Tabelle beim Xanthin. Physiologische Bedeutung und Ausscheidung.

Hypoxanthin.

Hypoxanthin, ein von Scherer im Pferdefleisch aufgefundener, später auch von Strecker unter dem Namen Sarkin beschriebener Körper zeigt sich im reinen Zustande in Form von farblosen glänzenden nadelförmigen Krystallen, die in kaltem Wasser schwer, in heissem leichter, in Alkalien und Säuren vollkommen Hypoxanthin (Sarkin). Vorkommen, Eigenschaften.

löslich sind. Mit Salzsäure gibt das Hypoxanthin eine krystallinische Verbindung, mit salpetersaurem Silberoxyd bildet es ein Salz, welches in heisser Salpetersäure wohl löslich ist, aber beim Erkalten alsbald herausfällt.

Am Platinblech mit Salpetersäure abgeraucht, gibt es einen weissgelben Rückstand, der mit Alkalien gelbroth bis blassroth wird. Das Hypoxanthin kommt in Muskeln, drüsigen Organen u. dgl. vor.

Physiologische Bedeutung und Ausscheidung.

Die physiologische Function des Sarkins ist gleich der des Guanins mehr passiv als activ. Es dürfte wenigstens der Formel nach das Sarkin durch Oxydation aus dem Guanin entstehen; durch Oxydation mittelst Salpetersäure wandelt sich das Sarkin zum Xanthin, und kommt die Ausscheidung des Sarkins daher erst beim Xanthin und dessen weiteren Modificationen zu erwähnen.

Xanthin.

Xanthin.

Vorkommen und Eigenschaften.

Xanthin, auch Xanthinoxyd, harnige Säure genannt, kommt wenn auch in geringer Menge vor: im Muskelfleisch und in verschiedenen drüsigen Organen, selten in Harnsteinen. Es stellt ein amorphes dunkel gelbliches Pulver dar, welches in kaltem Wasser nicht, selbst in kochendem wenig löslich, in Alkalien und Säuren leicht löslich ist.

Am Platinblech mit Salpetersäure abgeraucht, gibt es einen mattgelben undurchsichtigen Beschlag der mit Alkalien in der Kälte hellroth, in der Wärme violett wird.

Physiologische Function und Ausscheidung.

Die physiologische Function dieses Körpers scheint nur in einer Vermittlerrolle zu bestehen, mit der es die nach und nach zu Xanthin gewordenen Verbindungen weiter zur Harnsäure oxydirt, um dann auf diesem physiologisch normalen und allgemein gekannten Weg den Organismus zu verlassen.

Vergleichen wir die Formeln des

Guanin $C_{10}\ H_5\ N_5\ O_2$
Sarkin $C_{10}\ H_4\ N_4\ O_2$
Xanthin $C_{10}\ H_4\ N_4\ O_4$

zur Formel der Harnsäure: $C_{10}\ H_4\ N_4\ O_6$, so hat diese auf allmähliger Oxydation fussende Theorie viel Wahrscheinlichkeit für sich.

Das häufigere Vorkommen der eben genannten Stoffe deutet demnach stets auf gehinderte Organthätigkeit, mangelhafte Sauerstoffzufuhr und entsprechendes Innehalten im Verlauf begriffener Metamorphosen. Anticipiren wir die erst zu erwähnende Reaction der Harnsäure gegen Salpetersäure und Alkali, so ergibt sich folgende Zusammenstellung:

	Gibt mit NO_5 abgeraucht einen	Der Rückstand mit Alkalien behandelt wird in der Kälte	Wärme
Leucin	blasig-dünnen Rückstand	gelbroth u. zu öhligen Tropf.	—
Tyrosin	citrongelb-glänzenden „	rothbraun	sepiabraun.
Xanthin	mattgelb undurchsichtigen „	hellbraun	violett.
Sarkin	weingelben „	gelbroth	—
Guanin	gelben „	gelbroth	—
Harnsäure	gelben „	roth-violett	—

Kreatin, Kreatinin.

Kreatin, Kreatinin Vorkommen und Eigenschaften.

Kreatin $C_8\ H_9\ N_3\ O_4 + 2$ aq. und Kreatinin $C_8\ H_7\ N_3\ O_2$ kommen ziemlich verbreitet im Organismus vor, doch überwiegt das Kreatin, welches hauptsächlich in der Muskelsubstanz wohl auch im Gehirn, Harn, Blut u. s. f. gefunden wird. Kreatinin ist etwas seltener, aber immer von Kreatin begleitet. Kreatinin findet sich vorzüglich im Harn, wo es nahezu in gleicher Menge wie die Harnsäure enthalten ist. Beide Körper sind im gelösten Zustand.

Das Kreatin krystallisirt in Form schiefrhombischer Säulen, ist durchsichtig, farblos, im kochenden Wasser leicht löslich, scheidet sich aber auch beim Erkalten sogleich aus; ist im Weingeist löslich, in Alcohol unlöslich. Kreatinin bildet mit Chlorzink eine charakteristische Verbindung das Kreatinin-Chlorzink. Kreatin und Kreatinin entstammen den stickstoffhaltigen Thiergeweben, und scheinen Beide in ihrer physiologischen Function dem Muskelleben zuzugehören, wenn auch der Modus ihrer Beziehungen derzeit noch unbekannt ist.

Physiologische Function.

Kreatin und Kreatinin werden als solche selten ausgeschieden, müssen daher gewissen Umwandlungen unterliegen, um in anderer Form auszutreten.

Ausscheidung.

Wir wissen nun dass Kreatin sich einerseits in Kreatinin und Wasser, anderseits in Sarkosin und Harnstoff umsetzen lässt. Kreatinin tritt nur constant im Harn auf, aber jedenfalls in viel zu geringer Menge um allen Stickstoff des Kreatins und Kreatinins fortzuschaffen, und so bleibt uns der Träger fast aller Stickstoffausfuhr, der Harnstoff auch für Kreatin und Kreatinin als letztes Umsatzproduct, wenn gleich wir die Mittelglieder nicht kennen,

Cystin.

Cystin.

Cystin als Harnsediment und Bestandtheil von Harnconcretionen, wenn auch sehr selten vorkommend, hat die Form von sechsseitigen Täfelchen, sehr ähnlich den Formen von Jodblei. Charakteristisch für Cystin ist seine Unlöslichkeit im Wasser und Alcohol und sein Verbrennen, wobei sich nebst einer blaugrünen Flamme, ein eigenthümlicher schwer zu verwechselnder Geruch nach verbrennendem Schwefel und Fett einstellt.

Ausser der Formel $C_6\ H_6\ N\ O_4\ S_2$ wissen wir von der Constitution, der physiologischen oder pathologischen Function nichts Bestimmtes anzugeben.

Allantoin.

Allantoin.

Vorkommen und Eigenschaften.

Allantoin $C_8\ H_6\ N_4\ O_6$ in reinem Zustand in Form glänzender prismatischer Krystalle, löst sich schwer in kaltem Wasser, besser in kochendem, und ist vollkommen löslich in kochendem Alcohol, wie in Alcalien, aber unlöslich in Aether. Charakteristisch ist der auf Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd-Ammoniak zu Allantoinlösungen fallende Niederschlag von Allantoin-Silberoxyd, wobei das Allantoin ein Aeq. Wasser durch Ag O ersetzt um gleichsam als Säure zu fungiren.

$$(Ag\ O.\ N\ H_3)\ N\ O_5 + C_8\ H_6\ N_4\ O_6 = C_8\ H_5\ N_4\ O_5.\ Ag\ O + N\ H_4\ O.\ N\ O_5$$

In der Allantoin Flüssigkeit der Kühe zuerst nachgewiesen, erhielt es hieher seinen Namen. Sonst wurde das Allantoin im Harn säugender Kälber und im menschlichen Harn nach Gerbsäuregenuss, so wie im Hundeharn bei Respirationsstörungen (Staedeler) gefunden.

Physiologische Bedeutung und Ausscheidung.

Das Allantoin ist bezüglich seiner physiologischen Rolle etwa zwischen Harnsäure und Harnstoff zu setzen. Es entsteht mit grösster Wahrscheinlichkeit aus Harnsäure. Gorup-Besanez Entdeckung, dass Harnsäure unter Ozon-Einwirkung in Allantoin u. s. w. übergehe, ist hier massgebend. In Harnstoff geht Allantoin sehr leicht mittelst Oxydation über. Mangelt der zur Oxydation nöhtige Sauerstoff, wie dies in Störungen des Lungenkreislaufes (Staedeler) z. B. der Fall ist, so wird die schliessliche Verwandlung in Harnstoff behindert und Allantoin erscheint dann im Harn.

Harnstoff.

Harnstoff.

Constitution und Eigenschaften.

Der Harnstoff hat die empirische Formel C_2 H_4 N_2 O_2, unterliegt jedoch bezüglich seiner rationellen Formel verschiedenen Auffassungen.

Berzelius hielt den Harnstoff für einen Ammoniak gepaart mit Urenoxyd nach der Formel H_3 N. C_2 H N O_2. Wir wissen, dass ein dem Harnstoff identischer Körper durch Wöhler im cyansaurem Ammoniumoxyd entdeckt wurde.

Nun ist die Formel von cyansaurem Ammoniumoxyd = H_3 N, H O. C_2 N O, ferner ist bekannt, dass C_2 N O - = Cyansäure unter Wasseraufnahme sich sehr leicht in C_2 H N O_2 = Cyamelid umwandelt; es wäre demnach wohl denkbar, dass die Cyansäure sich das Wasser des Ammoniumoxyd aneignen und Ammoniak-Cyamelid d. i. Harnstoff bilde, wobei Berzelius Urenoxyd und besagtes Cyamelid ein und derselbe Körper wären.

Neuestens gelangt aber Dumas schon vor geraumer Zeit ausgesprochene Hypothese zur allgemeineren Annahme. Nach Dumas wäre der Harnstoff als Carbamid d. i. als Diamid der Kohlensäure, anzusehen.

Die Formel eines zweiatomigen Amides d. i. eines Diamides nach dem Typus Ammoniak bezeichnen wir mit:

$$\left.\begin{matrix} A_2 \\ H_2 \\ H_2 \end{matrix}\right\} N_2$$

wobei A_2 das Radical einer zweiatomigen Säure bedeutet.

Ersetzen wir nun A_2 durch das Radical der Kohlensäure $C_2\ O_2$ so erhalten wir die Formel

$$\left.\begin{matrix} C_2\ O_2 \\ H_2 \\ H_2 \end{matrix}\right\} N_2 = C_2\ H_4\ N_2\ O_2$$ Formel des Harnstoffes.

Der Harnstoff krystallisirt aus seinen Lösungen in Gestalt vierseitiger Säulen oder feiner Nadeln; er ist leicht löslich in Wasser, welches er auch beständig aus der Luft anzieht und in Alcohol, schwer löslich in Aether. Unter Einwirkung von Mineralsäuren, Hydraten der Alcalien, Fermenten, erhöhter Temparatur wandelt sich Harnstoff in kohlensaures Ammoniak um.

Es ist der Nachweis des Harnstoff eine der häufigsten und wichtigsten physiologisch-chemischen Arbeiten, und es genügt zumeist nur eine Harnstoffverbindung mit Sicherheit nachzuweisen, ohne gerade den reinen Harnstoff darstellen zu müssen.

Wir kennen nun zwei ziemlich constante und gut charakterisirte Harnstoffverbindungen, den salpetersauren und den oxalsauren Harnstoff.

Verbindungen. Salpetersaurer Harnstoff.

Der salpetersaure Harnstoff, wird dargestellt wenn man eine möglichst concentrirte Harn-Lösung mit Salpetersäure versetzt, und die Mischung gut kühlen lässt.

Es erstarrt hierbei die ganze Masse zu einem krystallinischen Brei, der aus Rhombenoctaedern und rhombischen Tafeln mit spitzen Winkeln von 82^0 besteht. Sehr ähnliche Krystalformen zeigen salpetersaure Alcalien und nur genaue Winkelmessungen, so wie die Eigenschaft, erhitzt in Kohlensäure, salpetersaures Ammoniak, Harnstoff u. dgl. zu zerfallen, lassen hier eine sichere Diagnosse zu.

Oxalsaurer Harnstoff.

Ebenso bildet Oxalsäure mit Harnstoff zusammengebracht alsbald oxalsauren Harnstoff, dessen Krystalle meist lange und in Büschelchen vereinigte Blättchen vorstellen, deren Formation nicht so sehr auffällt als die des salpetersauren Harnstoffes.

Der salpetersaure Harnstoff ist leicht löslich in Wasser, Weingeist und wird in seinen Lösungen von Oxalsäure als oxalsaurer Harnstoff gefällt. Letzterer ist in Wasser schwer löslich.

Harnstoff. Quecksilberoxyd

Wichtig für die quantitative Bestimmung des Harnstoffes ist eine Verbindung, welche er mit Quecksilberoxyd in der Weise eingeht, dass salpetersaures Quecksilberoxyd einer Harnstofflösung zugesetzt alsbald einen weissen flockigen Niederschlag erzeugt, der vorherrschend vier Aequivalente Quecksilberoxyd auf ein Aequivalent Harnstoff enthält.

Harnstoff kommt seiner Hauptmenge nach im Harn vor, in sehr geringer Menge wohl auch im Blut und in der Glasfeuchtigkeit. Als pathologische Ausscheidung finden wir ihn im Schweiss, Erbrochenem, Transsudaten u. s. f.

Bildung im Organismus.

Wenn wir auch nicht im Stande sind anzugeben aus welcher vorangehenden Verbindung, ausgenommen etwa der Harnsäure, der Harnstoff unmittelbar entsteht, so kennen wir doch die ersten Glieder jener Verbindungsreihe, deren Endpunct der Harnstoff ist.

Nahezu aller Stickstoff der Einfuhr findet in der Harnstoffexcretion seine Ausfuhr. Die Albuminate und albuminoiden Substanzen sind nun die Hauptträger des Stickstoffes und bei gänzlicher Sperre der Zufuhr dauert die Harnstoffbildung fort und zwar auf Kosten der albuminathältigen Gewebe. Man kann daher wohl die Albuminate als das Hauptmaterial zur Harnstoffbildung annehmen.

Die Bildung der Harnsäure scheint jener des Harnstoffs voranzugehen; die Harnsäure wäre dann als eine gepaarte Harnstoffverbindung anzusehen, woraus durch einfache Spaltung der Harnstoff sich abscheide. Gorup-Besanez vertheilte Harnsäure in Wasser; die Lösung mit Ozon in Berührung gebracht, absorbirte es rasch und in nicht zu langer Zeit war die Harnsäure in der Flüssigkeit verschwunden und dafür Harnstoff, Allantoin und Kohlensäure vorhanden

Wir nehmen mit Liebig, Bischoff und Voit an, dass der Harnstoff ein Product wahren Gewebumsatzes sei und somit aus den einzelnen Elementen der Gewebe im ewigen Wechsel der Stoffmetamorphose sich Harnstoff bilde.

Der beste Beweis für diese Ansicht, liegt wohl darin, dass, wie erwähnt, hungernde Thiere Harnstoff auf Kosten ihrer Gewebe bilden, somit die directe Bildung des

Harnstoffes aus Proteinaten in Blut selbst nach, einer unserer Theorie gegenständigen Ansicht Lehmann's u. m. a. keinesfalls ausschliesslich statthaben kann.

Wenn gleich das Blut grössere Mengen von Harnstoff nicht zu enthalten vermag ohne in den Symptomen der Uraemie dagegen zu remonstriren, so enthält doch das Blut geringe Mengen dieses Körpers und in den Geweben findet sich wohl kein Harnstoff, aber doch ihm verwandte und zu ihm umsetzbare Körper, so dass wir das Terrain der Harnstoffbildung im ganzen Körper verbreitet finden und die Nieren nun als Sammelplatz und Ausscheidungscanal erkennen. Thatsache ist's wenigstens, das Thiere trotz ausgeschnittener oder unterbundener Niere doch Harnstoff in Blut und zwar bis zum Eintritt uraemischer Erscheinungen enthalten.

Physiologische Bedeutung.

Der Harnstoff ist nur insofern von wesentlicher Bedeutung für die Stoffwechsel als er den Stickstoff der Einfuhr wieder aus dem Körper schafft. In der That haben zahlreiche und genaue Untersuchungen gelehrt, dass nur ein kleiner Theil des Stickstoffes auf andere Weise als im Harnstoff ausgeschieden wird und man kann daher den Harnstoff als wahrhaften Excretionsstoff bezeichnen.

Abgesehen von der ihm eigenthümlichen functionellen Bedeutung ist der Harnstoff aber noch interresant in seinen Zersetzungsproducten, sowie in seiner Eigenschaft als Mass des Stoffwechsels zu dienen.

Der Harnstoff zerfällt spontan in Kohlensäure und Ammoniak, wie dies z. B. bei der alcalischen Harngährung vorkommt. Das Freimachen zweier so wichtiger organischer Verbindungen, welche zu den allgemeinsten primitiven Nährstoffen der Pflanzenwelt zählen, ist immerhin als bedeutsame, wenn auch indirecte physiologische Function des Harnstoffs anzusehen.

Vergegenwärtigt man sich die Verbindung Harnstoff-Queksilberoxyd, und berechnet aus ihr in einfachster Weise den Harnstoff, so hat man, falls eine möglichst scharfe Abgränzung in dieser Reaction stattfindet, eine bequeme Methode den Harnstoff, somit fast allen Stickstoff der Einfuhr, stets quantitativ zu beurtheilen, und gewinnt so Einsicht in den Stoffwechsel, dessen Schwan-

kungen sich mehr minder deutlich in den Quantitätsverschiedenheiten des Harnstoffs abspiegeln.

Da wir nun wissen, dass, so lange eine Harnstofflösung, z. B. der Harn, Harnstoff, enthält, alles zugeträufelte Quecksilberoxyd als Harnstoffquecksilber präcipitirt, und dass erst nach gänzlicher Verwerthung des Harnstoffs der nächste Tropfen Quecksilberoxyd mit kohlensauem Alcali in Berührung gebracht, einen gelben Niederschlag von Quecksilberoxydhydrat (oder basisch salpetersaurem Quecksilberoxyd) erzeugt, so haben wir in diesem von Liebig angegebenen Verfahren ein gutes Anzeichen, wann die gesammte Harnstoffmenge einer solchen Lösung gefällt ist. Es lässt sich aus der verbrauchten Menge des Quecksilberoxyds ein genauer Schluss auf die fragliche Quantität Harnstoff machen, und somit ist man dadurch in der Lage die Schwankungen der Stickstoffausfuhr gelegentlich physiologischer und pathologischer Beobachtungen rasch und bequem zu bestimmen.

Ausscheidung.

Da der Harnstoff nach seiner Bildung unmittelbar als solcher zur Ausscheidung im Harn gelangt, so ist in physiologischer Hinsicht nichts weiter darüber zu erörtern. Von Interesse jedoch sind die Alienationen seiner Ausscheidung in krankhaften Zuständen. Der Harnstoff verändert sich hauptsächlich nur in der Blase und im Blut. Tritt eine Erkrankung der Harnblasenwand, z. B. ein Cartarrh mit mehr minder copiöser Schleimabsonderung auf, so wirkt diese als kräftiges Ferment auf den Harnstoff, der alsbald sich in Kohlensäure und Ammoniak spaltet. Eine derartig erkrankte Blase entleert einen trüben ammoniakalisch riechenden, mit Säuren stark brausenden Harn, der die durch das Ammoniak grösstentheils schon gefällten Erdphosphate suspendirt enthält und bei kurzem Absetzen in Form eines weissen Sediments fallen lässt.

Ist aber durch Degeneration einzelner Nierenbestandtheile oder durch Verengerung, ja wohl gar Verschliessung der Urethra (mechanisch zumeist durch Stricturen, bisweilen auch spastisch) der Abfluss des Harns behindert, ja wohl gar zeitweilig gänzlich sistirt, so setzt sich der im Blut angehäufte Harnstoff unter

Beihilfe eines derzeit nicht bekannten Fermentes ebenfalls in Kohlensäure und Ammoniak um. Diese Metamorphose, in der Blase von geringerer Bedeutung, ist von um so grösserer im Blut. Eine Reihe von äusserst gefahrdrohenden Symptomen belehrt uns dann von dem Auftreten einer Krankheit, die unter dem Namen Uraemie eher gefürchtet als erkannt wurde.

b) Stickstoffhältige Säuren.

Harnsäure.

Harnsäure.

$$C_{10}\ H_4\ N_4\ O_6$$

Eigenschaften, Vorkommen.

Die Harnsäure bildet ein glänzend weisses Pulver, aus microscopischen Krystallen bestehend, die sehr verschiedene Formen zeigen, so: rhombische Tafeln, vierseitige Prismen u. s. w.

Die Harnsäure ist geruch- und geschmacklos und sehr schwer löslich. Es bedarf 18 bis 1900 Theile heissen und 14—15000 Theile kalten Wassers, um einen Theil Harnsäure zu lösen. In concentrirter Schwefelsäure löst sie sich unzersetzt, mit Alcalien bildet sie zum Theil lösliche Salze. Durch Oxydationsmittel oder Ozon geht Harnsäure in Alantoin, Harnstoff, Oxalsäure und Kohlensäure über.

Zumeist kommt die Harnsäure im Harn vor. Lässt man selbe hier auskrystallisiren, so erscheint sie in Form von bräunlichgelben bis hellgelben meist rhombischen Tafeln mit zahllosen Varianten.

Auf Zusatz von Salzsäure oder Essigsäure scheidet sich die Harnsäure aus ihren Lösungen aus, und kann auf diese Weise leicht quantitativ bestimmt werden.

Der qualitative Nachweis der Harnsäure schliesst sich jenem des Hypoxanthin, Xanthin u. s. w. an. Harnsäure oder harnsaure Salze mit Salpetersäure abgeraucht, geben einen rothgelben Rückstand, der mit Ammoniak prachtvoll purpurn und mit Kali blauviolett wird (Murexidprobe). Ausser im Harn findet sich die Harnsäure auch noch in geringster Menge im Blut, in der Milz, Lunge, Leber u. s. w.

Harnsäure und harnsaure Salze bilden auch jene Deposita in den Gelenken (Gichtknoten), deren Ablagerung und Anhäufung so heftige Schmerzen verursacht.

Harnsaure Salze.

Eben so wichtig als die Harnsäure sind für uns die harnsauren Salze, deren wir zwei erwähnen: das harnsaure Natron, und harnsaure Ammoniak.

Das harnsaure Natron meist als saures harnsaures Natron vorkommend, ist ziemlich schwer löslich und meist krystallinisch. Es bildet eigenthümliche mit aufsitzenden Stacheln versehene Kugeln, im Ganzen den sogenannten Morgensternen ähnlich. Die geringe Löslichkeit dieses Salzes erklärt das leichtere Praecipitiren aus Lösungen bei verminderter Temperatur.

Das harnsaure Ammoniak kommt oft in grossen Mengen aber stets amorph vor.

Wird bei Steigerung physiologischer Processe, vermehrter körperlicher Anstrengung und Schweissabsonderung u. dgl. der Wassergehalt des Harns oder dessen Temperatur vermindert, so fallen alsbald die harnsauren Salze; hierher zählt dass Sedimentum lateritium (Brechen des Harns), eine Erscheinung, welche den Kranken oft unnöthig beunruhigt, und in früherer Zeit immer als eine kritische Ausscheidung angesehen wurde. Das saure harnsaure Natron und harnsaure Ammoniak lösen sich in der Wärme wieder auf.

Im physiologischen Zustand kann von freier Harnsäure kaum die Rede sein und ist hier die Angabe von Harnsäure fast immer als Alcalisalz zu interpretiren. So sind harnsaures Natron und Kali Bestandtheile des Normalharns. Wenn gleichwohl in normalen Harnen einige Zeit nach der Ausscheidung freie Harnsäure auskrystallisirt gefunden wurde, so gibt hierzu Scherer's Studie über die saure Harngährung den nöthigen Commentar. Die Extractivstoffe des Harns bilden nämlich Milchsäure, welche in den normalen harnsauren Salzen die schwache Säure austreibt, und so entsteht einerseits milchsaures Alcali, anderseits freie Harnsäure.

In pathologischen Processen kommen freie Harnsäure, harnsaures Natron, Ammoniak und harnsaurer Kalk zur Ausscheidung. Die Charakteristik ihres

Vorkommens so wie ihre Semiotik gehört in das Gebiet der Harnanalyse.

Bildung der Harnsäure.

Die Harnsäure ist nicht minder als der Harnstoff Product der regressiven Stoffmetamorphose. Gelegentlich des Xanthins erwähnten wir bereits den theoretischen Zusammenhang des Guanin, Sarkin, Xanthin mit der Harnsäure.

Ranke's Theorie, der zu Folge die Harnsäure in der Milz gebildet wird, ist zwar nicht als erwiesen zu betrachten, aber immerhin bleibt der gelieferte Nachweis, dass Milzvergrösserung mit vermehrter, Milzverkleinerung mit verminderter Harnsäureausscheidung verbunden ist, von grosser Bedeutung. (H. Ranke über die Ausscheidung der Harnsäure beim Menschen. Habilitschrft. München 1858.)

Physiologische Bedeutung.

Die eigentlich physiologische Bedeutung der Harnsäure ist uns unbekannt. Wir können selbe nur als Auswurfsstoff bezeichnen und als Bildungsmateriale für den Harnstoff, wie diess beim Harnstoff näher auseinandergesetzt wurde.

Ausscheidung.

Die Ausscheidung der Harnsäure geschieht theils in Form harnsaurer Salze, theils als Harnstoff, theils als Kohlensäure, wobei Allantoin und Oxalsäure als Zwischenstufen auftreten.

Hippursäure.

Hippursäure.

$$C_{18}\ H_8\ NO_5,\ HO.$$

Eigenschaften, Vorkommen.

Die Hippursäure (auch Harnbenzoësäure) krystallisirt in schiefgestreiften, vierseitigen Säulen, welche bisweilen mit ähnlichen Krystallen der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia verwechselt werden könnten. Sie löst sich im kalten, sehr leicht im heissen Wasser, so auch in Alcohol, ist aber in Aether schwer löslich. Erstetzt, schmilzt sie zu einer ölartigen Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer weissen krystallinischen Masse erstarrt; bei stärkerem Erhitzen bildet sich Benzoësäure und benzoësaures Ammoniak in Form eines krystallinischen Sublimats, und zu gleicher Zeit entstehen rothe ölartige Tropfen, die einen eigenthümlichen, heuähnlichen Geruch geben, erkaltet ebenfalls erstarren

und in Alcohol und Ammoniak sich lösen. Bei fortgesetztem Erhitzen entwickelt sich Blausäuregeruch, und es erübrigt ein harzartiger Körper.

Die Hippursäure ist im normalen Harn in so geringer Menge enthalten, dass selbe von manchen Beobachtern geläugnet wird. Auffällig vermehrt wird sie im Harn durch vorherrschend vegetabilische Nahrung.

Wie die Harnsäure, so kommt auch die Hippursäure nicht frei, sondern meist an Basen gebunden vor. Wesentlich für derlei Verbindungen ist der Kalk, der viel Affinität zur Hippursäure hat.

Bildung im Körper.

Die Wechselbeziehungen zwischen Hippursäure und Harnsäure sind sehr merkwürdig. Alle Fleischfresser sondern Harnsäure, alle Pflanzenfresser Hippursäure ab; ferner der Genuss von Benzoësäure, Bittermandelöhl u. dgl. bringt uns Hippursäureausscheidung im Harn.

Wir erkennen die Hippursäure als eine gepaarte Verbindung von Glycin und Benzoësäure. Es scheinen die Benzoësäure und ähnliche stickstofffreie Säuren das Glycin innerhalb des Organismus aufzunehmen und so Hippursäure zu bilden.

Versuche von Hallwachs lehrten endlich, dass wenn im Futter einer Kuh weder Benzoësäure noch irgend eine Benzoylverbindung vorhanden war, dieselbe dennoch reichliche Mengen Hippursäure ausschied. Es muss also sowohl Glycin als Benzoësäure innerhalb des Körpers erzeugt wurden, und wir können als Quelle der Benzoësäure nur die Albuminate bezeichnen, deren Umsetzung in Benzoësäure und Benzoylhydrat durch Oxydationsmittel uns ja bekannt ist.

Glycin ist in der Glycocholsäure gepaart enthalten, und es erübrigt somit nur noch die Frage: wo denn die Vereinigung von Glycin und Benzoesäure zur Hippursäure statthabe.

Kühne und Hallwachs fanden im Wege des Experiments, dass diese Vereinigung, respective Bildung der Hippursäure, im grossen Kreislauf allein nicht geschehe, dass dieselbe auch nicht im Darm durch Vermittlung der Galle vorsichgehe, dass aber bei Absperre des Leberkreislaufs keine Hippursäure gebildet werde, ferner dass Injectionen von benzoësaurem Natron und Galle ins

Blut das Auftreten von Hippursäure im Harn erzielten. Es ist somit als erwiesen zu betrachten, dass in der Leber die aus Albuminaten gebildete Benzoesäure durch Aufnahme des Glycins ihre Umwandlung zur Hippursäure bewerkstellige.

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung der Hippursäure ist eine beschränkte, da diese Säure als Excretionsstoff zu betrachten ist. Relativ wichtig ward sie durch die genaue Erkenntniss ihrer chemischen Constitution, die hieraus folgenden Theorien und deren Bestätigung durch practische Versuche, welche Momente zusammen als mustergiltig für ähnliche Stoffe und deren Erforschung betrachtet werden können.

Ausscheidung.

Im normalen Stoffwechsel scheidet sich die Hippursäure ungeändert aus. Unter abnormen Verhältnissen gewinnt diese Ausscheidung sehr an Grösse. Stark arbeitende Pferde z. B. entleeren im Harn grosse Quantitäten von Hippursäure, die, wenn man derlei Harn mit Kalkmilch kocht, beim Erkalten alsbald als hippursaurer Kalk auskrystallisirt. Ueber die Beziehung zwischen Hippursäure und Harnstoff und ihre entgegengesetzte Vermehrung und Verminderung in der Ausscheidung liegen wohl verschiedene, aber keine entschiedenen Anschauungen vor.

Stickstofffreie Säuren.

Wir zählen hierzu: einige flüchtige Fettsäuren, welche für die thierische Oeconomie von Wesenheit sind und der Formel

$$C_{2n}\ H_{2n}\ O_{2n}$$

entsprechen. So

$C_2 H_2 O_4$ = Ameisensäure
$C_4 H_4 O_4$ = Essigsäure
$C_6 H_6 O_4$ = Propionsäure
$C_8 H_8 O_4$ = Buttersäure
$C_{10} H_{10} O_4$ = Valeriansäure.

Ferner: die Benzoësäure = $C_{14} H_6 O_4$, die Milchsäure = $C_6 H_6 O_6$, die Bernsteinsäure = $C_8 H_6 O_8$, endlich die Oxalsäure.

Ameisensäure.

Ameisensäure.

Die Ameisensäure ist eine wasserhelle, characteristisch stechend riechende Flüssigkeit, deren Salze leicht löslich sind, und speciell die Alcalisalze an der Luft Wasser anziehen und zerfliessen. Salpetersaures Silberoxyd gibt einen weissen Niederschlag von ameisensaurem Silberoxyd, der beim Erwärmen durch Reduction des Silberoxyds sich schwärzt, dessgleichen salpetersaures Quecksilberoxydul einen weissen, beim Erwärmen durch Reduction grau werdenden Niederschlag. Eigenschaften, Vorkommen.

Die Ameisensäure wirkt, auf die Haut gebracht, ätzend und verursacht daher leichte Eczeme, wie solche z. B. durch Eindringen der Brennstacheln und Brennhaare mancher Insecten und Raupen, welche meist freie Ameisensäure enthalten, verursacht werden. Auch der sogenannte scharfe Fussschweiss, der öfters die Haut zwischen den Zehen und längs der ganzen planta pedis anätzt, dürfte diese unangenehme Eigenthümlichkeit dem Gehalt an freier (?) Ameisensäure verdanken. Die Ameisensäure kommt übrigens vor: im Milzsaft, Muskelsaft, Saft der Thymus- und der Mesenterialdrüsen, im Blut, Harn u. s. w.

Die Frage über ihr Vorkommen als freie Säure oder als Salz ist in vielen Fällen um so schwerer zu entscheiden, als da oft der blosse Nachweis, dass überhaupt Ameisensäure enthalten ist, genügen muss.

Die Ameisensäure wird innerhalb des Organismus gebildet und zwar ist sie als eines der Endglieder der Oxydation vieler organischer Körper zu betrachten, wie diess ausser dem Körper durch Einwirkung von Salpetersäure auf Albuminate u. dgl. oder auch (Gorup-Besanez) durch Einwirkung von Ozon auf Fettsäure, hippursaure Salze, Glycin, Zucker u. s. w. nachgewiesen werden kann. Wichtig bleibt das nachbarliche Auftreten von Leucin und Ameisensäure, wobei eine Ableitung dieser Säure aus dem Leucin um so eher wahrscheinlich wird, als ja bekanntlich das Leucin in flüchtige Fettsäuren und Ammoniak umgesetzt werden kann. Bildung.

Die physiologische Bedeutung fällt mit der Erkennung der Ameisensäure als eines der Endproducte der Stoffmetamorphose zusammen. Physiologische Bedeutung.

Ausscheidung.

Die Ausscheidung derselben scheint durch Zersetzung und Austritt als Kohlensäure und Wasser zu geschehen, abgerechnet die Fälle, wo eine directe Absonderung, wie diess z. B. im Schweiss vermuthet wird, statthat. Auch durch Ozon wird die Ameisensäure zu Kohlensäure oxydirt (Gorup-Besanez).

Erwähnenswerth ist noch eine Theorie, welche einst gelegentlich der Studien über den tödtlichen Ausgang einzelner Chloroformnarcosen erdacht wurde. Chloroform $C_2\ HCl_3$ sollte demzufolge durch Wasseraufnahme: $C_2\ HO_3$ d. i. Ameisensäure bilden, welche ihrerseits durch Aufnahme von Ammoniak zu $H_4\ NO.\ C_2\ HO_3$ = ameisensaurem Ammoniak werden und somit eine der wasserhaltigen Blausäure ($HC_2N + {}_4HO$) metamere Verbindung zustande bringen sollte. Es wäre dann der Tod durch Narcose auf Rechnung des Enstehens dieses heftig wirkenden Giftes zu setzen.

Essigsäure.

Essigsäure.

Eigenschaften, Vorkommen.

Die Essigsäure, eine farblose, scharf sauer riechendeund schmeckende Säure, von ätzender und theilweise quellender Einwirkung auf die Gewebe, ist allein und in den meisten Salzen in Wasser löslich und gibt wenn man ihre Salze mit starken Basen, z. B. Kalk destillirt, Aceton.

Mit salpetersaurem Silberoxyd bilden neutrale essigsaure Salze einen weissen kristallinischen Niederschlag, der aber beim Erwärmen keine Reduction des Oxyds zeigt.

Salpetersaures Quecksilberoxyd bewirkt einen langsam enstehenden Niederschlag von essigsaurem Quecksilberoxydul, der nach längerem Erwärmen sich zersetzt und durch das sich ausscheidende Quecksilber grau gefärbt wird.

Essigsäure wurde meist nebst Ameisensäure in den erwähnten Organen gefunden, von Scherer auch im Blut bei Leucaemie. Im Schweiss ist Essigsäure aber quantitativ geringer als die Ameisensäure enthalten.

Physiologische Bedeutung, Ausscheidung.

Die physiologische Bedeutung der Essigsäure ist jene eines Excretionsstoffes, und der Austritt geschieht zum Theil unverändert als freie und in Salzen

gebundene Säure oder auch im oxydirten Zustand als Kohlensäure und Wasser.

Propionsäure.

Propionsäure.

Eigenschaften, Vorkommen

Die Propionsäure, auch Metacetonsäure genannt, ist im reinen Zustand eine ölige, wasserhelle Flüssigkeit, eigenthümlich sauer und ranzig zugleich riechend; sie verbindet sich leicht mit Basen zu löslichen und krystallisirbaren Salzen. In ihren Lösungen erzeugt salpetersaures Silberoxyd einen weissen Niederschlag, der in kochendem Wasser unter geringer Silberreduzirung, also mit etwas Schwärzung löslich ist.

Sehr häufig wird auch der propionsaure Baryt wegen seiner Krystallform (rechtwinklige Prismen mit schiefen Endflächen oder Rectangulär-octaeder) dargestellt. Abgesehen von dem Vorkommen der Propionsäure im Magensaft, Choleravomitus und Schweiss wissen wir nur, dass diese Säure in geringer Menge neben Buttersäure aufzutreten pflegt.

Der Modus ihrer Bildung ist Gegenstand diverser Theorien, wohl aber ist jene Gorup-Besanez's, dass diese Fettsäure aus Glycerin entstehe, die wahrscheinlichste.

Physiologische Bedeutung und Ausscheidung.

Bezüglich ihrer physiologischen Bedeutung und Ausscheidung unterscheidet es sich in nichts von der Essigsäure.

Buttersäure.

Buttersäure.

Eigenschaften, Vorkommen.

Die Buttersäure ist im reinen, concentrirten Zustand eine ölartige, wasserhelle, äusserst unangenehm ranzig riechende Flüssigkeit, welche sehr leicht löslich und in ihrer Verbindung mit Alcalien nicht luftbeständig ist, sondern zerfliesst.

Salpetersaures Silberoxyd erzeugt einen gelblich weissen Niederschlag, dessen perlmutterartig glänzende Blätter sich beim Erhitzen etwas von reducirtem Silberoxyd schwärzen. Characteristisch sind die körnig-warzigen Krystalle des buttersauren Baryts.

Im Magen, Coecum, Colon, Erbrochenem, im Drüsen- und Muskelsaft, im Schweiss (hier vielleicht frei) ist die Buttersäure gefunden worden. Die ätzende Flüssigkeit,

welche gewisse Käfer, wenn sie bedrängt werden, ausspritzen, scheint ebenfalls zum Theil Buttersäure zu sein.

Phisiologische Bedeutung und Ausscheidung.

Physiologische Bedeutung kommt der Buttersäure nur insoferne zu, als selbe Excretionsstoff ist und vielleicht bei der Fettbildung im Organismus irgendwie betheiliget ist.

Die Ausscheidung geschieht entweder als Buttersäure selbst oder im oxydirten Zustand als Kohlensäure und Wasser.

Valeriansäure.

Valeriansäure.

Eigenschaften, Vorkommen.

Die Valeriansäure, characteristisch durch ihren widerlichen, käseartigen Geruch, durch die Eigenschaft auf Papier Oelflecke zu machen, die alsbald wieder schwinden, wird zumeist als valeriansaurer Baryt erkannt (durchsichtige Prismen, dem Cholesterin ähnliche Schollen).

Im normalen Stoffwechsel nicht gefunden, findet sie sich aber in einzelnen schweren Erkrankungen (Typhus, Variola u. s. w.) im Harne. Bezüglich der physiologischen Bedeutung und des Austritts weicht diese Säure kaum von dem schon vorher bei der Essigsäure u. s. f. Erwähntem ab.

Benzoësäure.

Benzoësäure.

$$C_{14}\ H_6\ O_4$$

Eigenschaften, Vorkommen.

Die Benzoësäure, leicht erkennbar an ihren Krystallen, die in Form von rechtwinkligen Tafeln aus wässrigen Lösungen, in Form von feinen, glänzenden Nadeln bei der Sublimation auftreten, verflüchtigt sich beim Erhitzen unzersetzt und verursacht beim Einathmen Kratzen im Hals und Hustenreiz. Sie ist in kaltem Wasser schwer, in heissem Wasser und Alcohol sowie in Aether leicht löslich.

Mit concentrirter Salpetersäure behandelt nimmt sie statt eines abgehenden Wasserstoffs NO_4 auf und bildet $C_{14}\ H_5\ O_4 + NO_4 =$ Nitrobenzoesäure.

Physiologische Bedeutung und Ausscheidung.

Die Benzoësäure wandelt sich im Organismus in Hippursäure um, und ist alles Weitere über ihre physiologische Rolle und Ausscheidung bei der Hippursäure erörtert worden.

Milchsäure.

$C_6 H_6 O_6$

Eigenschaften.

Die Milchsäure ist eine nicht flüchtige, unkrystallisirbare, selbst in bedeutender Verdünnung noch stark sauer reagirende, die Zähne angreifende, von schwer abzuscheidenden Extractivstoffen gelblich gefärbte, sehr hygroscopische ölige Flüssigkeit von 1,215 specifischem Gewicht. Bis auf 130° C. erhitzt, verliert sie Wasser und wird zu Milchsäureanhydrid. Die Milchsäure ist in Alcohol, Aether und Wasser löslich, Milchsäureanhydrid aber schwer löslich in Wasser. Durch längeres Kochen mit Wasser, besonders unter Mithilfe eines Alcali, wandelt sich Milchsäureanhydrid wieder in Milchsäure um.

Zersetzungsproducte der Milchsäure sind durch einfaches Erhitzen: Lactid, Kohlensäure, Kohlenoxydgas; durch Kochen mit starker Salpetersäure: Oxalsäure; durch vorsichtiges Erwärmen mit Schwefelsäure: Kohlenoxydgas.

Wir unterscheiden eine gewöhnliche und eine Fleisch-Milchsäure. Die Salze dieser Säuren differiren nur durch geringe Verschiedenheit im Löslichkeitsverhältniss und in der Krystallisation. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die Salze der Fleischmilchsäure leichter löslich sind, als die der Milchsäure schlechtweg.

Interessant ist Strecker's Entdeckung, dass Alanin eine organische, nicht in der Natur vorkommende, sondern aus Blausäure und Aldehydammoniak dargestellte Base: $C_6 H_7 NO_4$ durch Einwirkung von salpetriger Säure: NO_3 zu Milchsäure wird. Denken wir uns die Atome der im Alanin enthaltenen Blausäure $C_2 NH$ durch Wasseraufnahme in Ameisensäure $C_2 HO_3$ und Ammoniak NH_3 zerlegt, ferner durch Einwirkung von NO_3 das Ammoniak in Stickstoff und Wasser zerlegt, so bleibt von der Blausäure Ameisensäure übrig, die mit dem ebenfalls im Alanin enthaltenen Aldehyd dann Aldehyd-Ameisensäure, d. i. Milchsäure gibt.

$C_4 H_4 O_2 + C_2 HO_3 = C_6 H_5 O_5$ wasserfreier Milchsäure.

So viel über die chemische Constitution dieser Säure, deren wichtige Rolle im Stoffwechsel eine etwas eingehendere Erörterung verdient.

Vorkommen.

Die Milchsäure kommt vor im Organismus frei und an Basen gebunden. Sie wurde gefunden im Magensaft, Inhalt des Darmtractus, unter gewissen Bedingungen im Muskelsaft, in der Milz, Leber, Pancreas, Lunge, im Gehirn, in der Allantoisflüssigkeit der Kuh, im Harn des Pferdes.

Abnormer Weise treten Milchsäure und deren Salze auf: in der Milch durch Einwirkung des Caseïns auf den Milchzucker, im Blut bei Leukaemie, Pyaemie und zur Pyaemie neigenden Krankheitsprocessen, z. B. dem Puerperalfieber, in verschiedenen Ex- und Transsudaten, in erweichten Knochen, im Harn bei saurer Gährung und auch bei Störungen im Stoffwechsel u. s. w.

Die Milchsäure ist übrigens in der frischen Milch nicht vorhanden, wohl aber bildet sie sich in derselben und veranlasst dann Gerinnung, denn man kann durch Zusatz von kohlensaurem Natron, welches die entstehende Milchsäure paralysirt, die Gerinnung verhindern. Auch aus dem Saft des Sauerkrautes, aus Rohrzucker, Ferment und Kreide, kurz bei diversen Gährungsprocessen von Zucker, Gummi, Stärkemehl bildet sich Milchsäure.

Das Vorkommen der Milchsäure in thierischen Stoffen wurde zuerst von Berzelius im Fleischsaft gehetzten Wildes nachgewiesen und geraume Zeit darnach von Liebig in seiner classischen Arbeit über die Fleischflüssigkeit sichergestellt. Freilich ist die Gewissheit des Vorkommens der Milchsäure im lebenden Organismus insofern bisweilen mit Recht angefochten worden, indem nachgewiesen werden konnte, dass die thierischen Substrate bezüglicher Analysen nicht immer frisch im physiologischen Sinn waren.

So ist speciell für den ruhenden lebenden Muskel ausgesprochen, dass er weder sauer reagire noch Milchsäure enthalte (Dubois-Raymond, Folwarczny), wohl aber solche im Muskelfleisch zu finden sei, sobald selbes auch nur sehr kurze Zeit dem Vitalismus entzogen und den allgemeinen äussern Agentien überantwortet war. In solchem Zustand bot das Muskelfleisch noch oft keinerlei allgemein angenommenes Kennzeichen der Fäulniss, es war noch so zu sagen frisch, und doch hatte der Zersetzungsprocess bereits begonnen,

der betreffende Muskel widerstand bereits electrischer Reizung, und wenn dann in derlei Fleisch Milchsäure nachgewiesen wurde, so kann man die Präexistenz derselben im lebenden Muskel wohl bestreiten und behauptet, dass man es nicht mit einem Educt, sondern mit einem Product zu thun gehabt habe. Doch veröffentlichte Borszow neuerdings eine Arbeit, worin das Vorkommen der Milchsäure im frischen Herzfleisch behauptet wird.

Ein ausnahmsweises Vorkommen der Milchsäure im vitalen Muskel nach vorausgegangenen, heftigen Contractionen, also körperlicher Anstrengung u. dgl. wurde hingegen öfters beobachtet.

Bildung der Milchsäure.

Die Entstehung der Milchsäure genügend zu erklären, ist bisher nicht gelungen. Man mag immerhin die im Magensaft und Darmrohr nachgewiesene Milchsäure als aus der Zersetzung der Amylacea hervorgegangen annehmen, oder auf andere Experimente fussend die Milchsäure als wahres Secret der Magenschleimhaut ansehen, es bleibt denn doch der bei weitem grössere Theil der Milchsäure (in angestrengten Muskeln, Drüsensäften u. s. f.) als Product der regressiven Stoffmetamorphose zu betrachten.

Abgesehen von dieser allgemeinen Erklärung des Ursprunges haben wir für den eigentlichen Bildungsprocess und die Mutterverbindungen der Milchsäure nur Theorien, deren practische Erhärtung der Zukunft überlassen bleibt.

Wir wissen, dass aus Alanin Milchsäure wird (Strecker), dass ferner Kreatin sich zu Sarcosin (C_6 H_7 NO_4) umzusetzen vermag, einem Körper, der isomer mit Alanin ist. Ebenso gelingt es (Kolbe) Milchsäure in Propionsäure umzusetzen.

Nun kennen wir Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure als im Thierkörper vorkommende Stoffe, es mag somit auch die ihnen so nahe verwandte Propionsäure, vielleicht auch häufiger als man glaubt, gebildet werden und dann durch Regenerirung Milchsäure bilden (?).

Die physiologische Bedeutung der Milchsäure ist eine doppelte.

Die Milchsäure ist vorerst ein Glied der regressiven Stoffmetamorphose, aber sie ist auch Bedingung für

verschiedene Vorgänge des normalen und pathologischen Stoffwechsels.

Neben der Salzsäure ist sie der wichtigste Factor im Magensaft, im Darmtractus wirkt sie ohne Zweifel energisch auf die Resorption der Nahrungsstoffe, als milchsaures Eisenoxyd scheint sie sich am Stoffwechsel der Leber zu betheiligen. Ob nun freie Milchsäure allein im Organismus reagirt, ob und wie ihre Salze am Stoffwechsel sich betheiligen, ist unbekannt

Ausscheidung. Die Ausscheidung der Milchsäure erfolgt als solche, in ihren Salzen und endlich in ihren Zersetzungsproducten, die meist der Sippe allgemeiner Zersetzungsproducte, als da sind Kohlensäure, Wasser angehören. Ja es kann angenommen werden, dass ein Auftreten der Milchsäure in den Körperausscheidungen fast immer nur durch gehemmte Oxydation zu Stande kommt.

Nachweis. Die Erkennung der Milchsäure gehört zu den schwierigeren Partien der zoochemischen Analyse. Wir wollen die kurze und doch möglichst genaue Methode Scherer's hier mittheilen.

Man befreit die zu untersuchende Substanz vorerst durch Erwärmen oder mittelst Alcohol von ihrem Eiweissgehalt, nimmt das eingeengte, eiweissfreie Filtrat mit Alcohol auf, verdampft und nimmt abermals mit Alcohol auf und versetzt vorsichtig mit concentrirter Schwefelsäure. Es zerlegen sich hier die milchsauren Salze, indem sich in Alcohol unlösliches, schwefelsaures Alcali bildet und die Milchsäure frei wird. Im Filtrat ist somit Milchsäure nebst verschiedenen, färbenden extractiven Materien.

Man versetzt letztere Flüssigkeit nun vorsichtig mit Kalkmilch und Alcohol. Es bleiben hier die Extractivstoffe gelöst während der schwerer lösliche milchsaure Kalk sich abscheidet.

Man kann Flüssigkeiten, die wenig Milchsäure zu enthalten scheinen, sogleich mit etwas concentrirter Schwefelsäure versetzen.

Es wird dadurch die Milchsäure frei und schüttelt man nun mit Aether, so löst sich in ihm die Milchsäure. Bringt man nun diese aetherische Lösung mit etwas Natronlauge zusammen, so wird die Milchsäure daran gebunden und der reine Aether sammelt sich oben auf.

Man giesst ihn ab, und wiederholt die Procedur bis der aetherische Extract nicht mehr sauer somit die freie Milchsäure erschöpft und vollkommen an die Natronlauge gebunden ist. Das milchsaure Natron wird nun mit Schwefelsäure und Alcohol behandelt und vom entstandenen schwefelsauren Natron abfiltrirt. Die freie, reine Milchsäure des Filtrates wird an Kalk oder Zinkoxyd gebunden und durch Zusatz von starkem Alcohol die Auskrystallisirung des milchsauren Kalkes oder Zinkbefördert.

Das milchsaure Zinkoxyd scheidet sich bei concentrirter Lösung in krystallinischen Krusten, bei verdünnter Lösung in feinen nadelartigen, bei langsamer allmäliger Bildung auch in bauchigen keulenförmgen Krystalle aus.

Der milchsaure Kalk gibt Krystalle von Büschelform, die meist immer je zwei übereinander gelagert sind.

Bernsteinsäure.

Bernsteinsäure.

$C_8\ H_6\ O_8$

Eigenschaften.

Die Bernsteinsäure krystallisirt in farblosen oft sehr langen vierseitigen Nadeln oder sechsseitigen Tafeln; sie schmilzt bei 175 — 180° C. und sublimirt bei 235° C. unzersetzt, in Nebeln, die heftigen Hustenreiz veranlassen. In heissen Wasser ist die Bernsteinsäure sammt ihren Alcalisalzen vor allen, in kaltem Wasser leicht löslich, in Alcohol ist die Bernsteinsäure schwer, bernsteinsaures Alcali gar nicht löslich.

In neutralen Lösungen bernsteinsaurer Salze fällt neutrales Eisenchlorid unlösliches braunrothes bernsteinsaures Eisenoxyd.

Versetzt man eine Lösung von Bernsteinsäure mit Weingeist, Ammoniak und Chlorbarium, so fällt ein weisser Niederschlag von bernsteinsaurem Baryt. Letztere zwei Reactionen dienen vorzüglich zum chemischen Nachweis dieser Säure, die man übrigens aus thierischen Flüssigkeiten am besten durch Schütteln mit salzsäurehältigem Aether, Abgiessen, Verdunsten und Wiederaufnahme in heissem Wasser isolirt.

Bildung und physiologische Bedeutung.

Die Bernsteinsäure kommt vor in dem Safte der Milz, der Thireoidea, der Thymusdrüse des Rinds, in Echinocccusbälgen der Leber, in der Hydrokeleflüssigkeit, und zwar dürfte sie fast immer an Alcalien gebunden sein.

Die Bernsteinsäure wird innerhalb des Organismus gebildet und zwar geht sie aus dem Umsatz der Gewebe hervor, und ist ihrer Wesenheit nach nur als Product der regressiven Stoffmetamorphose zu betrachten, wie wir denn derzeit auch keine andere physiologische Bedeutung der Bernsteinsäure kennen.

Buttersäure wird durch Oxydation zur Bernsteinsäure, ebenso Wachs und Fett, ferner bildet sich diese Säure bei der Zuckergährung. Es wäre somit allerdings möglich, dass bei der Umsetzung der Fette, der Buttersäure, oder des Leberzuckers sich in der That Bernsteinsäure bilde, es ist wenigstens kein anderweitige Bildungstheorie zulässig. Selbst nach dem Genuss von Bernsteinsäure ist in den Se- und Exkreten keine Bernsteinsäure nachzuweisen.

Ausscheidung.

Die Bernsteinsäure zersetzt sich also noch innerhalb des Organismus, und verbrennt wahrscheinlich zu Kohlensäure und Wasser, wie dies Gorup-Besanez in einer alcalischen Lösung dieser Säure mittelst Ozon bewerkstelligte.

Oxalsäure.

Oxalsäure.

$$2HO.\ C_4\ O_6$$

Die Oxalsäure kommt im Organismus nie frei, wohl aber als Kalksalz vor.

Oxalsaurer Kalk, Eigenschaften.

Der oxalsaure Kalk, künstlich dargestellt in amorphen knolligen Massen, hat im krystallinischen Zustand, in welchem er allein im Organismus vorkommt, äusserst zierliche characteristische Formen. Die Krystalle sind nämlich durchgehends kleine, glänzende durchsichtige Quadratoctaeder, die wie Briefcouverts aussehen, und sich dadurch von ähnlichen kleinen Krystallen der phosphorsauren Ammoniakmagnesia unterscheiden, dass die Flügeln des Couverts genau in einem Punkt zusammentreffen, während in den Trippelphosphatkristallen diese

Flügeln nie in einem Punkt zusammenklappen, sondern durch eine, wenn auch noch so kurze Linie von einander getrennt sind. Man hielt bisher häufig eigenthümliche, längliche, an beiden Enden keulenförmig angeschwollene Krystalle (dumb-bells) für oxalsauren Kalk, es sind dies aber Krystallisationen des kohlensauren Kalks.

Der oxalsaure Kalk ist mit Ausnahme von concentrirten oder verdünnten Mineralsäuren unlöslich; beim Erhitzen nimmt er Sauerstoff von der Luft auf, und verwandelt sich unter Schwärzung und einem ganz characteristischen Verglimmen in kohlensauren Kalk. Während er früher auf Salzsäurezusatz kein Brausen zeigte, so gibt er jetzt diese Erscheinung. Erhitzt man ihn stärker, so verbrennt er zu Aezkalk.

Nachweis.

Die Krystallform, das Umwandeln in kohlensauren und Aezkalk, das Lösen in verdünnter Salzsäure, woraus er durch Ammoniakzusatz gefällt wird, endlich die Prüfung des neuerlichen Niederschlages auf Kalk dienen mit hinreichender Bestimmtheit zum Nachweis des oxalsauren Kalkes.

Vorkommen.

Der oxalsaure Kalk wurde bisher gefunden im Harn und zwar im normalen nach Genuss oxalsäurehältiger Vegetabilien (wie z. B. der Rumex-Arten) kohlensäurereicher Weine und Biere, Bicarbonate u. s. w. im pathologisch verändertem Harn und Harnsedimenten bei verschiedenen Erkrankungen der Niere, Nephrolithiasis, Blasensteinen. Der oxalsaure Kalk bildet bisweilen ziemlich voluminöse Concretionen und zeichnen sich selbe durch ihre besonderer Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Steinzertrümmerungs-Instrumente aus. Selten ganz allein die Masse eines Harnsteins liefernd, wechselt der oxalsaure Kalk schichtenweise ab mit Harnsäure, harnsauren Salzen, phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk.

Wie nun aber der so schwer lösliche oxalsaure Kalk überhaupt und speciell im Harn vor seinem Auskrystallisiren gelöst sei, ist schwer zu unterscheiden. Wäre constant neben Kalkoxalaten eine erhebliche Menge Milchsäure im Harn enthalten, so könnte man mit Lehmann der Milchsäure die Lösung zuschreiben, so aber dünkt uns Neubauer's Angabe, dass das Kalkoxalat

in Phosphorsäure, sowie auch in harnsauren und phosphorsauren Salzen, besonders beim Erwärmen sich löse, am ungezwungensten den Aggregatszustand desselben zu erklären.

Einfuhr und Bildung.

Das Vorkommen des oxalsauren Kalkes im Organismus beruht theils auf der Einfuhr von Nahrungsmitteln, welche dieses Kalksalz enthalten, theils auf der Bildung des Oxalates im Organismus selbst. Grup-Besanez Versuche ergaben, dass Harnsäure in alcalischer Lösung durch Ozon unter anderen auch Oxalsäure bilde; dies sowie das fast alleinige Auftreten der Oxalsäure neben und mit Harnsäure, lassen die Vermuthung zu, dass die Oxalsäure aus der Harnsäure, bei unvollkommener Oxydation derselben entstehe, und somit selbst ohne weitere Oxydation zur Ausscheidung komme. Anderseits mag eine Ueberladung des Blutes an Kohlensäure, wie sie durch übergrosse Einfuhr derselben stattfinden kann, allerdings die Oxydation der Harnsäure sehr behindern und so zur Bildung der Oxalsäure wesentlich beitragen.

Nach einzelnen aber wohl constatirten Beobachtungen befördert auch der reichere Genuss von Pflanzensäuren die Oxalsäurebildung.

Physiologische Bedeutung.

Ueber die physiologische Bedeutung des oxalsauren Kalkes ist auf die regressive Stoffmetamorphose, deren Endgliedern die Oxalsäure zugehört, zu verweisen.

Ausscheidung.

Der oxalsaure Kalk wird wohl meistens als solcher ausgeschieden, aber es ist denn doch kaum zu bezweifeln, dass ein Theil desselben nicht durch den Harn, sondern zersetzt ausgeschieden werde, natürlich geht da die Oxalsäure in Kohlensäure über, wenn überhaupt eine Oxydation möglich ist.

Spezielle

PHYSIO-PATHOCHEMIE.

Allgemeine Operationen, Apparate und Methoden.

Literatur: Heller: Archiv für physiolog. und patholog. Chemie. — Lehmann's Lehrbuch der physiologischen Chemie. — Lehmann Zoochemie. — Gorup-Besanez: Anleitung zur zoochemischen Analyse. 2. Auflage. — Gorup-Besanez: Lehrbach der physiologischen Chemie. — Fresenius: Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse. — Hoppe: Anleitung zur pathologisch-chemischen Analyse.

I. Allgemeine Operationen bei zoochemischen Untersuchungen.

1 Auflösen, Extrahiren.

Auflösen.

Die thierischen Substanzen sind entweder gelöst oder müssen behufs ihrer Analyse in gelösten Zustand übergeführt werden. Zu dem Zweck werden:

Feste Körper zerkleinert und gepulvert, oder geschabt, jedoch mit grosser Vorsicht, um jeden Verlust zu vermeiden.

Festweiche und weiche Substanzen werden bestmöglichst klein gehackt und zerrieben.

Als Lösungsmittel benützt man Wasser, Alcohol, Aether, Säuren, Alcalien, ja sogar Salze.

Manche Thiersubstanzen lösen sich nicht directe in ein oder dem anderen Lösemittel auf, sondern erfordern vermöge ihrer complexen Constitution verschiedene Lösungsmittel für ihre verschiedenen Bestandtheile. Man nennt das partien- und theilweise Lösen von dergleichen

Extrahiren. Substanzen Extrahiren und falls man Wärme dabei anwendet, Digeriren.

Man übergiesst kleine Quantitäten der fraglichen, passend zerkleinerten Substanz mit einer geringen Menge eines Lösungsmittels und wiederholt das so lange bis die letztzugesetzte Portion des Lösungsmittels nichts mehr aufnimmt. Hierauf wendet man in gleicher Weise ein anderes Lösungsmittel an und extrahirt so nach und nach die thierische Sustanz, bis abgesehen von reinem Gewebegerüst oder sogenannten Extractivstoffen Alles in Lösung übergegangen ist.

Erschöpfen. Man überzeugt sich von der vollständigen Extraction, d. i. Erschöpfung einer thierischen Substanz durch ein Lösungsmittel, indem man einige Tropfen der letzten Extraction auf einer passenden Unterlage, z. B. einem Platinblech, abdampft; bleibt hierbei, vorausgesetzt das Lösungsmittel ist an und für sich beim Erhitzen flüchtig, kein Rückstand, so kann man die Extraction als beendet ansehen.

Besondere Erwähnung verdient die Extraction mit Alcohol wegen der Gefahr der Entzündung bei unvorsichtiger Erwärmung und die Extraction mit Aether behufs der Entfettung thierischer Substanzen.

Man bedient sich zur Fettextraction des Extracteurs von Payen oder des von v. Bibra angegebenen Apparates. Letzterer besteht aus zwei Kölbchen.

Im Kölbchen *a* ist eine mässig weite, unten ziemlich fein auslaufende Glasröhre bis unterhalb des Kölbchenhalses mittelst Kork luftdicht eingepasst. In dieser Röhre ruht auf einem losen Pfröpfchen von Baumwolle die fein zerkleinerte, zu entfettende Substanz, oberhalb welcher abermals ein Pfröpfchen Baumwolle leicht aufgelegt ist. In das weite obere Ende dieser Glasröhre ist mit durchbohrtem Kork eine enge, zweischenkelige Glasröhre eingepasst, deren zweiter Schenkel lose im Hals des Kölbchens *b* eingefügt, bis nahe am Boden des Kölbchens geht.

Nachdem das Kölbchen *a* mit etwas Aether beschickt, und das Kölbchen *b* in ein Gefäss mit Wasser, der Abkühlung halber gesetzt wurde, wird das Kölbchen *a* erwärmt. Der Aether wird flüchtig, muss durch die zu entfettende Substanz in die weitere Röhre und

condensirt sich im kühlgehaltenen Kölbchen *b*. Nimmt man nun bei Kölbchen *a* die Wärmequelle weg, so steigt der Aether zurück, nimmt abermals Fett auf und gelangt wieder in das Kölbchen *a*. Nach und nach entfettet man so die fetthaltige Substanz vollständig.

Da es nicht möglich erscheint, alle zweckmässigen Methoden der Vorarbeit und Zubereitung zur eigentlichen Analyse zu erwähnen, so verweisen wir auf die reiche, diessfällige Literatur.

2. Kristallisation, Fällung, Filtration, Decantation.

Kristallisation, Fällung, Filtration.

Diese Operationen sind aus der anorganischen Analyse entlehnt.

Wohl zu beachten ist die Schwierigkeit der Filtration mancher thierischer Flüssigkeiten von zäher, klebriger Consistenz. Hülfsmittel zur Erreichung eines möglichst klaren Filtrates sind da: Absetzenlassen der Flüssigkeit und vorsichtiges Abfiltriren der überstehenden, mehr klaren und flüssigeren Partie. Verdünnen mit Wasser oder entsprechenden, nicht störenden Salzlösungen klärt bisweilen trübe, thierische Fluida oder hindert wenigtens das Durchschlüpfen suspendirter Theilchen durch die Filterporen. Endlich kann man sich manchmal nur dadurch eine filtrirbare Flüssigkeit ermöglichen, dass man wesentlich störende Bestandtheile, z. B. Schleim, Albuminoide u. dgl., vorerst durch passende Reagentien fällt.

3. Abdampfen, Trocknen.

Abdampfen.

Beim Abdampfen und Trocknen thierischer Substanzen ist besondere Vorsicht nöthig, um ja die Temperatur nicht allzu hoch zu steigern.

Das Abdampfen geschieht am besten auf dem Wasserbad, bei bedeutender Flüchtigkeit der Substanzen im regulirbaren Luftbad, oder unter der Luftpumpe über Schwefelsäure.

Der Zweck des Abdampfens und Trocknens ist die möglichst vollkommene Entfernung des der Substanz innehaftenden Wassers, und da hierbei die Gewichtsbestimmung in Anwendung kommt, so ist eine um so grös-

sere Genauigkeit zu verwenden, als durch eine unvorsichtiger Weise veranlasste Zersetzung der zu analysirenden Substanzen, die Werthe für das Wasser immer zu gross ausfallen, somit von vorneherein eine grosse Fehlerquelle eröffnet wird.

Trocknen.

Ist am Wasserbad die Substanz ihres Wassergehalts grösstentheils beraubt, so beginnt der eigentliche Trocknungsprocess. Man bringt die schon am Wasserbad angewendete Schale mit der fraglichen Substanz vom Wasser ins Luftbad, dessen Temperatur man, seltene Fälle ausgenommen, bei 110°C. erhält. Bei diesem Hitzegrad trocknen die meisten thierischen Substanzen, ohne sich zu zersetzen. Verbindet man ein solches Luftbad zweckmässig mit einer einfachen Luftpumpe, so kann man bequem im luftverdünnten Raum trocknen Wenn eine Substanz nach längerem Trocknen unter Abschluss der äussern Luft zur Wage gebracht wird und nun zwei Wägungen, während welchen dieselbe neuerdings im Trockenapparat war, ein und dieselbe Gewichtsmenge ergeben, so kann man die Substanz im gewöhnlichen Wortsinn trocken nennen. Im Uebrigen verweisen wir auf das im allgemeinen Theil pag. 8 hierüber Angeführte.

4. Gewichtsbestimmung.

Gewichtsbestimmung.

Die Gewichtsbestimmung geschieht mittelst der Wage und des Grammengewichtes. Zu grösseren Mengen Gewebe, Blut u. dgl. bedarf man einer grösseren, mit breiten, flachen Wagschalen versehenen Wage, die bei ein oder mehrerer Kilo Belastung $^1/_2$ bis 1 Gramm noch gut ausschlägt. Zu allen übrigen Arbeiten genügt eine feine Wage, die bei 50 Gramm Belastung noch $^1/_2$ Milligramm deutlich ausschlägt Die Gewichte sind nie mit den Händen, sondern stets mit der Pincette anzufassen, auch besondere Rücksicht auf Quecksilber und Quecksilberpräparate zu nehmen, um der so leicht eintretenden Verquikkung der Gewichte vorzubeugen.

Das Wägen selbst geschehe nur mit abgekühlten Substanzen, rasch, in gewisser Ordnung und nach all' den Regeln, die hierbei die allgemeine chemische Analyse empfiehlt.

5. Maasanalyse.

Maasanalyse.

Mit Bezug auf das im allgemeinen Theil pag. 28 hierüber Gesagte führen wir hier nur noch die dazu gehörigen Geräthschaften an. Diese bestehen aus:

a) einer Mohr'schen Bürette, d. i. einer 36—50 Cent. langen, 1—1½ Cent. im inneren Durchmesser haltenden Röhre von gutem Glas, welche am untern Ende ausgezogen und bis auf eine kleine Oeffnung zugeschmolzen ist. Mittelst eines Kautschukröhrchens ist dieser schmale Hals der Röhre, mit einem kurzen, in eine feine Spitze ausgezogenen Tropfröhrchen verbunden und dazwischen, die Kautschukröhre zusammenklemmend, hängt ein Quetschhahn, der willkührlich zu öffnen ist, somit es gestattet, die Communication zwischen der Röhre und dem Ausflussröhrchen herzustellen oder zu schliessen. Die Röhre ist von oben nach unten in Grade getheilt, deren je einer einem Kubikcentimeter entspricht. Die Unterabtheilung schwankt von ½ Grad bis zu $^1/_{10}$ Grad, entsprechend ½ oder $^1/_{10}$ Kubikcentimeter. Die Grade beginnen oben mit 0 und wachsen in der Grösse der Zahl nach unten zu.

b) aus mehreren Pipetten d. i. Röhren oben gleichweit mit geringer Lichtung, unten auf's 3—4fache erweitert und am Ende fein ausgezogen verlaufend. Solche Pipetten fassen ein bestimmtes Maass z. B. 1, 2, 5, 10, 20, 50 Cubikcentimenter und sind an der Stelle der Röhre, wo eben der aussen mit Ziffern beschriebene Inhalt, z. B. 10 C. C. Wasser hinanreicht mit einer Marke bezeichnet, bis zu der also beim Abheben u. dgl. einer Flüssigkeit dieselbe im Glasrohr steigen darf. Der Tropfen, der hierbei in der engen Auslaufspitze durch Capillarität hängen bleibt, ist schon berücksichtiget und darf nicht ausgeblasen werden.

c) aus mehreren Glascilindern mit und ohne Graduirung zur Bereitung und Volumenmessung der in Anwendung kommenden Titreflüssigkeiten, endlich aus diversen Glas- und Porzellangeräthen.

Die nöthigen Titreflüssigkeiten sind sehr genau und sorgfältig zu bereiten, da ein auch geringer Fehler hierbei

ganze Reihen von Analysen trughaft und verwerfbar macht.

Die Titreflüssigkeiten selbst sind von Zeit zu Zeit mit reinen Lösungen entsprechender Salze von bestimmtem Gehalt genau zu prüfen, ob ihre Zusammensetzung noch immer die ursprüngliche sei.

6. Bestimmung des specifischen Gewichtes.

Bestimmung des specifischen Gewichtes.

Auch hierüber haben wir schon pag. 10 das Wesentliche angegeben und begnügen uns zu erwähnen, dass für die bei weitem grösste Anzahl von Untersuchungen der Araeometer zur Bestimmung des specifischen Gewichtes ausreicht, und die Anwendung des Picnometers genaueren und wichtigeren Analysen vorbehalten werden kann.

II. Reagentien.

Reagentien.

Der grösste Theil der bei zoochemischen Untersuchungen nöthigen Reagentien ist von der allgemeinen Analyse aus bekannt, ebenso die Methoden um auf die Reinheit derselben zu prüfen. Viele der angegebenen Stoffe sind meist schon im reinem Zustand durch den Handel zu beziehen, einige aber erfordern denn doch eine kleine Nachprüfung.

Abgesehen von:
destillirtem Wasser, Weingeist, Alcohol von 0,792 und 0,83 sp. Gew. Aether, wässriger und alcoholischer Jodlösung sind noch von Belang, folgende

Säuren:

Säuren.

Chlorwasserstoffsäure farblos, ohne Rückstand verdampfend, mit Chlorbarium keinen in Wasser unlöslichen Niederschlag gebend.

Schwefelsäure, farblos, arsenfrei.

Salpetersäure, farblos, ohne Rückstand verdampfend, mit salpetersaurem Baryt keinen in Wassec unlöslichen, mit salpetersaurem Silberoxyd keinen Niederschlag gebend.

Rauchende Salpetersäure.

Essigsäure, farblos, ohne Rückstand verdampfend.

Chlorwasser, stark nach Chlor riechend, werde im Dunkeln aufbewahrt.

Weinsäure.

Gerbsäure, als infusum gallarum, oder als Gallustinctur.

Basen und Salze;

Basen und Salze.

Kali und Natron, als Hydrate in wässriger Lösung.

Ammoniak, in wässriger Lösung, worin Kalkwasser keine Trübung erzeugt.

Aetzkalk als aqua calcis, oder Kalkmilch.

Aetzbaryt, in wässriger Lösung, die mit Schwefelsäure gefällt, ein Filtrat gibt, welches verdampft keinen Rückstand zeigt.

Kohlensaures Natron, in Lösung mit Salpetersäure gekocht nicht gelbwerdend.

Schwefelsaures Natron, in concentrirter Lösung.

Salpetersaures Kali.

Phosphorsaures Natron, weder durch Ammoniak in der Wärme fallend, noch mit Salpetersäure angesäuert und mit Barytlösung versetzt einen Niederschlag gebend.

Chlornatrium, in wässriger Lösung.

Molybdänsaures Ammoniak, in Lösung.

Oxalsaures Ammoniak, in Lösung.

Harnstoff, in Lösung von genau bekanntem Gehalt.

Schwefelsaure Magnesia, in Lösung.

Chlorbaryum, in Lösung.

Salpetersaurer Baryt in Lösung.

Chlorcalcium in Lösung.

Neutrales chromsaures Kali, in Lösung.

Schwefelsaures Eisenoxydul in Lösung.

Eisenchlorid, in Lösung.

Alaun in Lösung.

Zink-Metall, arsenfrei.

Chlorzink, vollkommen neutral.
Essigsaures Kupferoxyd.
Schwefelsaures Kupferoxyd, in Lösung.
Neutrales essigsaures Bleioxyd, in Lösung.
Basisches essigsaures Bleioxyd, in Lösung.
Bleioxyd.
Salpetersaures Quecksilberoxydul in Lösung.
Salpetersaures Quecksilberoxyd in Lösung.
Basisch salpetersaures Wismuthoxyd.
Salpetersaures Uranoxyd in Lösung.
Kaliumeisencyanür in Lösung.
Kaliumeisencyanid.
Schwefelcyankalium.
Nitroprussidnatrium.
Platinchlorid, in Lösung.
Lacmustinctur, Lacmuspapier.
Curcumapapier. Ferner Löthrohrreagentien, Schwefelwasserstoff u. s. w.

III. Apparate.

Apparate.

Die Apparate der zoochemischen Analyse gehören ihrer Wesenheit nach der allgemeinen Laboratorien-Einrichtung an. Sie sind meist aus Glas verfertigt und wir erwähnen hierbei:

Glasapparate.

Kochröhren, sogenannte Rose'sche Röhren, auch Eprouvetten genannt, von weissem dünnen Glas.
Bechergläser, von weissem dünnen Glas.
Kelchgläschen.
Cylindergläser, mit flachem etwas breiterem Fuss.
Kolben, in verschiedenen Grössen, mit oder ohne Glasstopfen
Retorten, Vorschläge, Wulf'sche Flaschen
Glasstäbe, Glasröhren.
Uhrgläser.
Spritzflasche.
Pipetten.

Picnometer.

Weingeistlampe, mit metallenem Dochtträger.

Thermometer, deren eines bis etwa 150° Celsius über und 40° C. unter 0° geht, während das andere bis + 300° C. reicht.

Porzellangeräthe sind nothwendig: Porzellanapparate.

Flache Schalen zum Abdampfen in den ververschiedensten Grössen.

Verschiedene Tiegel von feiner Masse zum Verbrennen und Glühen, Reibschalen zum Verreiben, hessische Schmelztiegel.

Metallgeräthe und complicirtere Apparate: Metallapparate.

Mörser aus Messing und ein kleiner aus Stahl.

Platinblech, Platintiegel von ungefähr 2 Drachmen Flüssigkeit Fassungsraum, mit Platindeckel.

Pincette, Zangen.

Wasserbad, woraus durch Anfüllen mit Sand ein Sandbad wird, Luftbad.

Schwefelsäure- oder Chlorcalcium-Apparat d. i. ein breites Glas, worin über eine Schale mit concentrirter Schwefelsäure, oder sorgfältig ausgeglühtem Chlorcalium eine siebartige Platte oder ein Metalldreiek angebracht ist, um hierauf Schälchen mit der auszutrocknenden oder vor Wasseranziehung zu schützenden Substanz zu setzen.

Löthrohr.

Berzeliuslampe oder Bunsen's Gasbrenner.

Handluftpumpe.

Wagen zum gewöhnlichen und feinen Wägen.

Mikroscop, welches bei circa 400maliger Vergrösserung noch ein deutliches, lichtstarkes Bild gibt. Für Microscope grossen Formates ist Plössl in Wien, für solche mittleren und kleineren Formates Hartnack (Nachfolger von Oberhäuser), Nachet in Paris, Schick in Berlin zu nennen.

Es versteht sich von selbst, dass alle nöthigen mechanischen Arbeitsbehelfe, sowie das hierzu passende Material, so: Messer, Bohrer, Feilen, Scheren, Zangen, Kork, Draht, Filterpapier, schwedisches Filterpapier vorhanden sein müssen.

Ferner ist nöthig:

Ein Titrirapparat, bestehend aus 3—4Quetschhahnbüretten von 20—50 C. C., Pipetten, Cilindern, Litremass u. dgl.

Ein Apparat zu Gasanalysen, entweder einfach aus einer pneumatischen Wanne und mehreren starken, einseitig geschlossenen, graduirten und kalibrirten Glasröhren (Eudiometer) bestehend, oder in einem eigens hierzu eingerichteten, kühlen, ziemlich dieselbe Temperatur haltenden Gemach nach Bunsen's Angabe (Bunsen gasometrische Methoden) aufgestellt.

Es versteht sich von selbst, dass so manche Apparate nach dem augenblicklichen Bedürfniss zusammengestellt werden müssen, und dass hierbei mittelst der Gaslöthrohrflamme aus Glasröhren, Draht, Platinblech u. dgl., sich zweckentsprechende Geräthe schnell und verhältnissmässig billig herstellen lassen.

Endlich bedarf man zur zweckmässigen Aufstellung und Fixirung der Geräthschaften mannigfache Gestelle, Ständer, Retortenhalter aus Holz.

Zu rein ärztlichen Zwecken genügt eine vielfach kleinere Zahl von Reagentien und Apparaten, und sind diese aus der Untersuchung der einzelnen thierischen Flüssigkeiten und Gewebe leicht zu entnehmen.

IV. Voruntersuchung.

Voruntersuchung

Es ist bisweilen von Wichtigkeit einen zu untersuchenden Thierstoff vorerst zu prüfen, ob er rein organischer Natur sei, oder auch anorganische Stoffe beigemengt habe, ob er Stickstoff, Schwefel, Phosphor u. s w. enthalte oder nicht.

Prüfung auf die organische oder anorganische Natur einer Substanz.

Prüfung auf die anorganische oder organische Natur eines Körpers.

Eine rein organische, von Mineralstoffen freie Substanz wird sich bei zweckmässiger Erhitzung am Platinblech vollkommen verflüchtigen. Manche organische Substanzen thun diess, ohne sich zu zersetzen, z. B. Aether,

andere zerfallen, schwärzen sich und werden erst langsam oxydirt, geben schwer verbrennliche Kohle und verflüchtigen sich erst vollkommen durch Unterstützung eines aussergewöhnlichen Hitzegrades oder der Anwendung oxydirender Substanzen, so z. B. der Salpetersäure, eines salpetersauren Alcali's.

Substanzen gemischter Natur schwärzen sich beim Glühen am Platinblech und hinterlassen dann einen unverbrennlichen Rückstand. Doch ist hier zu bemerken, dass auch manche Metalle, z. B. Quecksilber, sich bei erhöhter Temperatur rasch verflüchtigen, daher auch die Erscheinungen beim Abdampfen und Glühen wohl zu beachten sind

Bisweilen kommen im Organismus auch rein anorganische Stoffe vor, so in den verschiedenartigen Concretionen. Characteristisch für derlei Substanzen ist die unveränderliche Beschaffenheit derselben in erhöhter Temperatur, in der sie sich weder schwärzen, noch verflüchtigen.

Prüfung auf Stickstoff

Prüfung auf Stickstoff.

Bei der wichtigen Rolle des Stickstoffs in organischen Verbindungen ist zumal bei neuen oder wenig gekannten Producten des Stoffwechsels eine Untersuchung auf Stickstoff nöthig.

Zu dem Zweck mengt man die zu prüfende Substanz innig mit einer Mischung von Aetznatron und Aetzkalk (Natronkalk) und erhitzt in einer Glasröhre. Der Stickstoff der fraglicheu Substanz wird hierbei in Ammoniak verwandelt, und dieses entweicht und schwärzt im Durchstreichen einen in dem obern Theil der Röhre gesteckten Streif von mit salpetersaurem Quecksilberoxydul befeuchteten Filterpapier, indem dasselbe reducirt wird.

Hat man viel Substanz zur Verfügung, so kann man mittelst eines Ueberschusses von Natronkalk das entweichende Ammoniakgas in verdünnter Salzsäure auffangen und nach Abdampfen der Säure den rückständigen Salmiak mit Wasser aufnehmen. Platinchlorid und Alcohol, zusammen der Lösung zugesetzt, erzeugen dann einen Niederschlag.

Glüht man ferner eine stickstoffhaltige Substanz mit einem Stückchen Kalium oder Natrium, wobei eine kleine Verpuffung stattfindet, löst in Wasser und kocht das Filtrat mit etwas Eisenvitriol, säuert hierauf mit Schwefelsäure schwach an, so zeigt ein alsbald fallender blauer Niederschlag die ursprüngliche Anwesenheit von Stickstoff an, der mit Kalium Cyankalium bildete, welches mit Eisenoxydul zu Ferrocyankalium wurde, woraus endlich mit dem gleichzeitig gebildeten Eisenoxyd Berlinerblau entstand.

Ein kurzes, wenn auch nicht genaues Verfahren zur Erkennung des Stickstoffs besteht in der Verbrennung eines Theils der zu prüfenden Substanz. Man erhält hierbei, wenn Stickstoff anwesend ist den bekannten üblen Geruch nach verbrannten Federn oder Haaren, und es entwickelt sich ein Dampf, der feuchtes, rothes Lacmuspapier bläut, gelbes Curcumapapier bräunt und mit den Dämpfen, welche ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstab gibt, weisse Nebel bildet.

Das Versagen dieser Reactionen, endlich der mehr saure Dampf beim Glühen characterisiren die Abwesenheit des Stickstoffes und erweisen die untersuchte Substanz als eine sogenannt stickstofffreie.

Prüfung auf Schwefel.

Prüfung auf Schwefel.

Der Schwefel einer thierischen Substanz wird entweder directe durch Nitroprussidnatrium oder indirect durch Oxydation des Schwefels zu Schwefelsäure, oder endlich durch Verwandlung des Schwefels in Schwefelalkali und Schwefelwasserstoff nachgewiesen.

Um den Schwefel direct nachzuweisen, bereitet man sich ein Gemenge von der fraglichen Substanz, von kohlensaurem Natron und Stärkmehl, glüht diess am Platindraht in der Reductionsflamme und löst dann den geschmolzenen Tropfen unter Zusatz von wenig Wasser und einem Kryställchen von Nitroprussidnatrium in einem Uhrglas. Eine schön purpurne Färbung zeigt die Gegenwart von Schwefel an. Nach einiger Zeit schwindet diese Reaction.

Indirect wird der Schwefel als schwefelsaures Salz nachgewiesen. Man mengt zu diesem Zweck, nachdem man sich überzeugt, dass alle Reagentien selbst frei von schwefelsauren Salzen sind, feste Substanz mit Soda und Salpeter innig zusammen, gibt Salpeter in einen Porzellantiegel und trägt, wenn der Salpeter schmilzt, das erwähnte Gemenge nach und nach ein. Löst man nun die ganze Masse, filtrirt, säuert mit Salzsäure an, so wird Chlorbarium, falls Schwefel vorhanden war, eine Fällung von schwefelsaurem Baryt erzeugen.

Flüssigkeiten oxydirt man mit rauchender Salpetersäure oder chlorsaurem Kali und Salzsäure und versetzt dann ebenfalls mit Chlorbarium. Endlich wird der Schwefel als Schwefelwasserstoff erkannt. Nachdem die zu prüfende Substanz mit starker Kalilauge ausgekocht wurde, dampft man diese nahe zur Trockene ein, nimmt mit Wasser auf und füllt die Flüssigkeit, welche falls Schwefel vorhanden ist, nun Schwefelkalium enthält, in ein Kölbchen, dessen Mündung durch einen Kork lose verschlossen ist. Eine eingepasste Trichterröhre geht bis an den Boden des Kölbchens. An den Kork, ins Kölbchen hineinhängend, ist ein Filterpapierstreifen befestiget, der mit essigsaurem Bleioxyd getränkt und mit etwas kohlensaurem Ammoniak befeuchtet ist. Giesst man nun durch die Trichterröhre vorsichtig diluirte Salzzsäure ein, so setzt sich Schwefelkalium mit derselben in Chlorkalium und Schwefelwasserstoff um, welches Gas entweicht und den Filtrirpapierstreifen durch Bildung von Schwefelblei schwärzt.

Prüfung auf Phosphor.

Prüfung auf Phosphor.

Hat man bei der Prüfung auf Schwefel, die zu untersuchende Flüssigkeit mit Salpeter und Soda, oder mit rauchender Salpetersäure oxydirt, so kann man einen Theil der letzterhaltenen Lösung, deren Ueberschuss an Säure vorher durch Abdampfen möglichst entfernt werden muss, auch zur Prüfung auf Phosphorgehalt benützen.

Eisenchlorid gibt in dieser Lösung, wenn gleichzeitig etwas essigsaures Natron zugesetzt wurde, einen Niederschlag von phosphorsaurem Eisenoxyd.

Schwefelsaure Magnesia und Salmiak geben, nachdem die Lösung mit überschüssigem Ammoniak versetzt wurde, einen Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia.

V. Allgemeine Methoden der zoochemischen Analyse.

Allgemeine Methoden der Analyse.

Bei der Untersuchung einer thierischen Substanz, die seltensten Fälle abgerechnet, wissen wir beinahe immer woher das Untersuchungsmaterial kommt, und kennen auch meist die Fragen, welche der Physiologe oder Pathologe beantwortet wünscht, und insofern vereinfacht sich die Untersuchung. Aber selbst bei bekannten Substanzen ist oft ein Gesammtbild der qualitativen oder auch quantitativen Zusammensetzung zu geben und hierzu bedarf man dann allerdings eines geregelten Ganges, wie die anorganische Analyse einen solchen stets einschlägt.

Substrat zoochemischer Analysen sind Flüssigkeiten, festweiche und feste Körper, bisweilen wenn gleich seltener Gase. Ausser den allgemein- chemischen Methoden sind hier zu berücksichtigen:

Die Analyse der Aschen, die Spectralanalyse und die Dialyse.

1. Allgemeine Methode der Untersuchung von Flüssigkeiten.

Methoden von Gorup - Besanez.

Man prüft vorerst die physicalischen Charactere, bestimmt Farbe, Geruch (bisweilen Geschmack), Reaction auf Lacmus, Consistenz und specifisches Gewicht. Man lässt trübe Flüssigkeit gut absetzen, und untersucht deren Sediment mit dem Microscop.

Hierbei ist bei saurer Reaction auf die Gegenwart freier Säure, bei alcalischer entweder auf die Gegenwart freien Alcalis, basischer Salze oder auf die bereits begonnene Zersetzung und Ammoniakbildung, z. B. Harnstoffzersetzung im Harn bei Blasencatarrhen, zu schliessen. Die Ammoniakausscheidung gibt sich durch die weissen

Nebeln zu erkennen, die an einem mit Salzsäure befeuchteten, über die Flüssigkeit gehaltenen Glasstab entstehen, sowie an dem allmäligen Verschwinden der blauen Färbung des ursprünglich rothen Lacmuspapieres.

Die Flüssigkeit wird nun, wenn nöthig filtrirt oder auch durch ein Seihtuch gelassen, und dann erst filtrirt, kurz nach Möglichkeit geklärt.

Man beginnt die eigentliche Untersuchung mit der Prüfung auf Eiweiss und verwandte Körper, wobei wohl zu bemerken ist, dass gelegentlich der Auffindung eines Körpers auch wo möglich alle oder doch mehrere uns bisher bekannte Reactionen versucht werden sollen.

a. Eine Probe der Flüssigkeit, welche wenn alcalisch oder neutral, durch einige Tropfen Essigsäure schwach sauer gemacht wurde, wird in einer Kochröhre erhitzt. Es entsteht:

α. Eine Gerinnung oder Trübung.

Man schüttelt die Flüssigkeit und theilt in zwei Theile; den ersten Theil versetzt man mit wenigen Tropfen Essigsäure oder verdünnter Salzsäure. Die Gerinnung verschwindet, und die Flüssigkeit wird klar, es war somit kein Albumin vorhanden, aber wahrscheinlich Phosphate, deren Anwesenheit die microscopische Prüfung des zweiten reservirten Theiles erkennen lässt.

Die Gerinnung oder Trübung schwindet nicht. Man setzt mehr Salzsäure zu, und erwärmt, die Fällung löst sich in violettrother Färbung, und ist somit Albumin gewesen, welches zur sicheren Constatirung in der unveränderten, sogenannt nativen Flüssigkeit nun auch mit Salpetersäure nachgewiesen werden kann. Sind Blutfarbstoffe in der nativen Flüssigkeit, so sind die Albumingerinnsel röthlichbräunlich.

β. Es entsteht durch Kochen keine Gerinnung:

Die Flüssigkeit, die beim Erhitzen keine Gerinnung gibt, oder die von einer entstandenen Gerinnung abfiltrirte Flüssigkeit kann noch Paralbumin, Metalbumin, Caseïn, Globulin u. s. w. enthalten.

Wurde die Flüssigkeit beim Kochen nur etwas trübe, ist somit Paralbumin oder Metalbumin wahr-

scheinlich vorhanden, so setze man während des Kochens Essigsäure zu. Nimmt hierbei die Trübung zu, fallen Flocken nieder, die mehr schleimig als geronnen sind, löst sich endlich der Niederschlag, den Alcohol in einer solchen Flüssigkeit macht, noch nach 24 Stunden im Wasser, so enthielt die Flüssigkeit Paralbumin.

Entsteht auf Zusatz von Alcohol ein Niederschlag, der in Form von Strängen ähnlich dem gerinnenden sogenannten Faserstoff sich gestaltet, und geben in einer solchen Flüssigkeit Essigsäure und Ferrocyankalium keinen Niederschlag, so enthielt die Flüssigkeit Metalbumin.

Blieb endlich die Flüssigkeit beim Kochen vollkommen klar, so setzt man zu einer Probe derselben Ferrocyankalium. Entsteht ein Niederschlag so prüfe man die Flüssigkeit mit Labmagen auf Caseïn, oder durch Neutralisirung der vorerst angesäuerten, oder alcalescirten nativen Flüssigkeit auf Globulin, welches hierdurch fällt. Entsteht durch Ferrocyankalium kein Niederschlag, so versetzt man eine neue Probe der Flüssigkeit mit Essigsäure. Entsteht kein Niederschlag, bildet sich aber beim Concentriren und nachherigen Erkalten einer Flüssigkeitsprobe eine Gallerte, so war Glutin vorhanden. Entsteht mit Essigsäure ein Niederschlag, so prüft man eine neue Probe mit Quecksilberchlorid. Entsteht ein starker Niederschlag, so kann man auf Pyin schliessen. Entsteht nur eine Trübung, gibt aber eine Probe die Gallertebildung, so war Chondrin zugegen. Fällt Quecksilberchlorid weder, noch trübt es die Lösung, so kann man noch Schleimstoff vermuthen.

b. Ein Theil der ursprünglichen albuminfreien Flüssigkeit wird langsam bis auf das halbe Volumen eingeengt, hierauf gekocht und dann erkalten gelassen.

Es entsteht ein amorpher Niederschlag: Man setzt Essigsäure zu. Das Microscop zeigt die Krystallformen der Harnsäure, oder es entsteht ein krystallinischer Niederschlag, der durch Zusatz von Essigsäure nicht verändert wird. Man prüfe auf schwefelsauren Kalk, schwefelsaure Mag-

nesia, untersuche ferner microchemisch auf Leucin, Tyrosin, Hippursäure, Benzoësäure.

Es entsteht kein Niederschlag.

Man dampft die Flüssigkeit im Wasserbad bis zur Syrupconsistenz ab, und lässt sie dann geraume Zeit im Kühlen stehen.

Es bilden sich allmälig Krystalle, etwa Kreatin, Hypoxanthin, Taurin u. dgl.; diese Krystalle sind vorerst am Platinblech auf ihre anorganische oder organische Natur zu prüfen und dann microchemisch weiter zu untersuchen.

Der syrupartige Rückstand, woraus die Krystalle anschossen, wird von diesem abgegossen, bis nahe zur Trockene abgedampft und der Rückstand mit Alcohol aufgenommen. Hierbei bleibt noch ein Theil ungelöst und kann diese in Alcohol unlösliche Masse noch verschiedene Stoffe enthalten. Man erschöpft selbe daher zuerst mit Wasser, dann mit Salzsäure und untersucht sowohl diese Extracte als auch das letztlich Restirende.

Die alcoholische Lösung des erwähnten syrupartigen Rückstandes theilt man in sechs Partien.

α. Die erste Partie prüft man auf Gallenfarbstoff.

β. Eine andere Probe prüft man auf Gallensäuren.

γ. Eine weitere Probe wird auf Zucker untersucht.

δ. Eine grössere Partie concentrirt man auf ein sehr geringes Volumen und versucht nach bekannter Methode salpetersauren Harnstoff darzustellen.

ε. Eine Probe des concentrirten Auszuges wird mit einer syrupdicken Lösung von Chlorzink versetzt, entsteht ein Niederschlag, so ist er auf Kreatin und Kreatinin weiter zu untersuchen, entsteht kein Niederschlag, so ist jedenfalls Kreatinin ausgeschlossen.

ζ. Eine letzte Probe des concentrirten alcoholischen Auszuges erwärmt man mit Zinkoxyd, filtrirt heiss und lässt einen Tropfen des Filtrats auf einem Objectglas verdunsten. Erscheinen die characteristischen Formen des milchsauren Zinkoxyds, so ist die Gegenwart der Milchsäure nachgewiesen.

c. Ein Theil der ursprünglichen Flüssigkeit wird verdampft, getrocknet, wenn es angeht gepulvert und mit Aether extrahirt. Der Rückstand, welcher nach Verdampfung des aetherischen Auszuges bleibt, wird auf Fette geprüft.

Den Rückstand nach der Aetherextraction äschert man ein, und untersucht die Asche nach den für Aschenanalyse geltenden Methoden.

2. Allgemeine Methode der Untersuchung festweicher Gewebe und parenchymatöser Flüssigkeiten.

Methode von Liebig und Gorup-Besanez.

Festweiche Gewebe werden vorerst nach Liebig's Vorgang bei Untersuchung des Fleischsaftes in folgender Weise extrahirt:

Eine ziemlich beträchtliche Menge, etwa 20 Pfund, Muskel- oder Drüsengewebe wird möglichst fein zerkleinert. Die eine Hälfte, also 10 Pfund, werden mit 5 Pfund Wasser übergossen, gut geknetet und in einem Sack von grober Leinwand ausgepresst. Der Rückstand wird mit abermals 5 Pfund Wasser verarbeitet und wieder ausgepresst, und dies noch einmal wiederholt. Es ergeben sich hierbei drei verschiedene Pressflüssigkeiten.

Die erste wird zur weiteren Analyse verwendet, die zweite zur erstmaligen Knetung und Macerirung der andern Hälfte der frischen Substanz; die dritte Pressflüssigkeit endlich zur zweiten Durchknetung und Verarbeitung mit der obenerwähnten andern Hälfte der frischen Substanz, welche endlich zum dritten Mal mit frischen 5 Pfund Wasser macerirt wird.

Alle Pressflüssigkeiten zusammen werden vereint, collirt, und so gut es angeht, geklärt. Letzteres geschieht auch mit einer zu analysirenden parenchymatösen Flüssigkeit. Nun wird die möglichst klare Flüssigkeit in einen grossen Glaskolben gegeben und in einem Kessel mit Wasser erhitzt und zwar so lange, bis das Wasser im Kessel stark siedet und eine Probe der Flüssigkeit, in einer Proberöhre abermals gekocht, kein Gerinnsel mehr ausscheidet. Die ganze Flüssigkeitsmenge, welche nun frei von Albumin und dem grössten Theil der Farbstoffe ist, wird collirt, ausgepresst und filtrirt. Rea-

girt das Filtrat sauer, vermöge eines Gehaltes an freier Säure, so versetzt man jetzt mit etwas Aetzbaryt, lässt den etwaig entstehenden Niederschlag gut absetzen und filtrirt. Man erhält einen Filterrückstand und ein Filtrat.

Der Filterrückstsnd kann neben schwefelsaurem, phosphorsaurem Baryt und phosphorsaurer Magnesia noch Harnsäure und Hypoxanthin enthalten. Man kocht mit Kalilauge, worin sich Harnsäure und Hypoxanthin lösen, säuert mit Salzsäure an, löst einen allenfalsig entstehenden Niederschlag abermals in Kalilauge und versetzt mit Chlorammonium, wodurch die Harnsäure als Ammoniakurat fällt. Aus der ammoniakalischen Lösung crystallisirt das Hypoxanthin aus und wird durch Umkrystallisiren und Fällung durch Kohlensäure aus alcalischer Lösung fast rein gewonnen.

Das Filtrat von der Aezbarytfällung wird allmälig concentrirt, dabei stattfindende Ausscheidungen von schwerer löslichen Stoffen, wie Harnsäure, Hypoxanthin u. dgl. berücksichtiget, endlich die stark concentrirte Masse an einem kühlen Ort sich selbst überlassen. Zuerst krystallisirt hierbei das Kreatin aus, dessen Kristalle getrennt, gewaschen und umkristallisirt werden Die vom Kreatin abfiltrirte oder abgegossene Flüssigkeit wird weiter eingeengt und so lange nach und nach mit kleinen Mengen Alcohol versetzt, bis sich derselbe weisslich trübt. Mau filtrirt nun, falls sich ein Niederschlag gebildet hat, und lässt das Filtrat unter Zusatz von Alcohol etwas stehen, giesst dann die dünnere, obere Schichte ab, versezt die rückständige Masse mit Aether und lässt es abermals stehen.

Schiessen hier feinblättrige Krystalle an, so können selbe Kreatin und Kreatinin sein. Aus der mit Alcohol bewirkten kochenden Lösung scheidet sich Kreatin sogleich beim Erkalten aus, Kreatinin erst aus der Mutterlauge. Die von den Krystallen getrennte äther- und alcoholhältige Mutterlauge wird mit etwas verdünnter Schwefelsäure versetzt und vorsichtig destillirt.

Im Destillat finden sich die flüchtigen Fettsäuren. Den Destillationsrückstand schüttelt man tüchtig mit Aether, verdunstet die Lösung zur Syrupconsistenz, nimmt mit Alcohol und Aether auf, und versetzt mit

Kalkmilch, filtrirt, reinigt durch Waschen mit Alcohol und Umkrystallisiren den etwa ausgeschiedenen milchsauren Kalk.

Den Theil des Destillationsrückstandes, welcher von Aether nicht gelöst wurde, versetzt man mit starkem Alcohol so lange bis er sich trübt; man lässt ruhig stehen und es krystallisiren schwefelsaures Kali und Inosit aus. Man filtrirt die Mutterlauge ab, trocknet die Krystalle sorgfältig zwischen Löschpapier und trennt sie mit Hilfe von etwas warmen Wasser, worin die Inosit-Krystalle leichter löslich sind. Aus dieser Lösung krystallisirt dann der Inosit ziemlich rein aus.

In Liebig's Annalen Bd. CXVII, pag. 118, gibt Cooper-Lane ein neues Verfahren an, den Inosit aus thierischen Flüssigkeiten zu gewinnen.

Einen Theil der ursprünglich erhaltenen, aber schon albuminfreien Flüssigkeit prüft man unter demselben Vorgehen, wie in der vorher erwähnten Methode zur Untersuchung von Flüssigkeiten, auf Harnstoff und auf Zucker.

Zur Analyse von thierischen Flüssigkeiten, seien sie nun native oder nach Liebig's Methode aus Geweben dargestellt, sind ferner zwei Methoden zu empfehlen, welche in Staedeler's und Scherer's Laboratorien geübt werden.

Staedeler's Methode.

Staedeler's Methode ist, vorausgesetzt man scheut die Kosten des Weingeistes nicht, ein sehr schnelles, reines und leicht ausführbares Verfahren.

Flüssigkeiten werden, mit dem gleichen Volumen Weingeist versetzt, nach längeren Stehen durchgeseiht, filtrirt und auf ein Wasserbad gebracht, wo dann, wie folgt, weiter vorgegangen wird.

Festweiche Gewebe werden, und zwar in nicht zu grosser Quantität etwa $^1/_2$ Kilo verkleinert, fein zerrieben und mit dem zweifachen Volum Weingeist 12—24 Stunden in einem verschlossenen Kolben macerirt. Man presst dann Alles durch Leinwand, filtrirt, und gibt das Filtrat auf ein Wasserbad.

Der Rückstand vom Pressen, Colliren und Filtriren wird stark mit Wasser geknetet, endlich gepresst, und nachdem in diesem wässrigen Auszug allerlei amorphe

Materien durch neutrales essigsaures Bleioxyd entfernt wurden, das Filtrat hiervon mit basischessigsaurem Blei versetzt und der enstandene Bleiniederschlag mit Schwefelwasserstoff zersetzt, das Schwefelblei durch Filtriren entfernt und im Filtrat auf Harnsäure, die sich meist bei stärkerer Concentrirung und Ansäuerung der Flüssigkeit ausschied, geprüft. Neben Harnsäure tritt bisweilen ein amorpher in bräunlichen Mengen praecipitirender Körper auf, der am Platin untersucht die Reactionen des Xanthin, theilweise auch des Hypoxanthins gibt.

Was sich während des Eindampfens noch ausscheidet, wird durch wiederholte Filtration entfernt.

Die so von Albumin befreite Flüssigkeit wird nach und nach zur Syrupconsistenz gebracht und der so gewonnene Syrup schied nicht selten schon beim Erkalten Leucin in Kugelkrystallen, nach längerem Stehen wohl auch Tyrosin in Nadelbüscheln aus. Man löst übrigens den Syrup in Wasser, fällt mit neutralem essigsaurem Bleioxyd, und, ohne den abfiltrirten Niederschlag weiter zu beachten, versetzt man das hiervon erhaltene Filtrat mit basisch- essigsaurem Bleioxyd.

Der nunmehr entstandene Bleiniederschlag und dessen Filtrat werden nun gesondert untersucht. Der Bleiniederschlag wird im Wasser suspendirt, das Filtrat mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, der Niederschlag von Schwefelblei abfiltrirt und das so erhaltene Filtrat am Wasserbad zum Syrup concentrirt, und zur Aufsuchung des Inosits benützt.

Das vom Bleiniederschlag erhaltene Filtrat auch mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, und durch Filtriren vom Schwefelblei befreit, gibt ein klares Filtrat, welches am Wasserbad zur Syrupconsistenz gebracht wird, und worin auf Leucin, Tyrosin, Kreatin, Kreatinin, Harnstoff, Zucker geprüft wird.

Leucin wird sogleich beim Auskrystallisiren aus dem Syrup durch die eigenthümliche Krystallform erkannt.

Tyrosin, wenn auch durch seine Krystallformen diagnosticirbar, wird durch die Piria'sche Probe bestimmt erkannt.

Kreatin und Kreatinin charakterisirt ihre Krystallform sowie ihr Verhalten gegen Chlorzink.

Gelang die Ausscheidung dieser Körper nicht, so ist bisweilen die Anwesenheit von recentgebildeten essigsauren Salzen daran Schuld, welche immer Wasser anziehen.

Man hilft sich hier durch Lösung des Syrups in Alcohol und vorsichtigen Zusatz von Schwefelsäure. Es fallen hier die an Essigsäure gebundenen Basen als schwefelsaure Salze unlöslich nieder, und man verarbeitet dann die filtrirte, von freier Schwefelsäure reine Flüssigkeit weiter.

Behufs des Nachweises vom Harnstoff und Zucker wird der ursprüngliche Syrup nochmals mit absolutem Alcohol ausgezogen, die Lösung zum Syrup verdampft, und ein Theil derselben durch Abkühlen und Zusatz concentrirter Salpetersäure auf Harnstoff geprüft.

Der andere Theil wird mit schwefelsaurem Kupferoxyd, Kali und Weinsteinsäure auf Zucker geprüft.

Den zur Aufsuchung des Inosits bereiteten Syrup lässt man längere Zeit ruhig stehen. Die schiefprismatischen, blättrigen Krystalle werden im Wasser gelöst, diese Lösung so lange mit absolutem Alcohol versetzt bis Trübung eintritt, dann zum Absetzen gestellt. Es scheiden sich abermals Krystalle aus, die getrocknet und mit Salpetersäure, Ammoniak und Chlorkalium als Inosit erkannt werden.

Scherer's Methode.

Scherer's Methode bezieht sich vornehmlich auf die Aufsuchung von Hypoxanthin, Xanthin u. s. w. Körper, um deren Auffindung und Charakterisirung Scherer sich besonders verdient gemacht.

Die native Flüssigkeit oder die durch Extraction aus Muskelfleisch, Drüsen u. dgl. gewonnene Flüssigkeit wird durch Erhitzen und wenn nöthig durch Zusatz eines Tröpfchen Essigsäure zum Gerinnen gebracht.

Das albuminfreie Filtrat wird hierauf, um es haltbarer zu machen, etwas concentrirt und sodann mit Kalkmilch oder Barytwasser bis zur leichten Alcalescenz versetzt. Es fallen hier die Sulphate und Phosphate sowie die Harnsäure. Das Filtrat wird am Wasserbad bis zur Syrupconsistenz eingedampft und mehrere Tage kühl

gestellt. Scheidet sich hierbei ein Sediment ab, so lässt man es noch einige Tage gut absetzen, giesst dann die überstehende klare Flüssigkeit ab, bedeckt das Sediment im raschen Guss mit destillirtem Wasser, lässt gut absetzen und wiederholt dieses Auslaugen des Sediments so lange als die überstehende Flüssigkeit noch gefärbt ist. Es spaltet sich hier die Untersuchung in jene des Sediments, worin Xanthin, Hypoxanthin, Guanin u. s. w. gesucht werden, und in jene der abgegossenen Flüssigkeit.

Diese letztere wird mit essigsaurem Kupferoxyd versetzt, und die ganze Masse sammt der entstandenen Fällung bis zur Syrupdicke concentrirt, hierauf mit Wasser verdünnt und filtrirt. Der Filterrückstand wird abermals auf Xanthin, Hypoxanthin und Guanin untersucht, das Filtrat jedoch mit neutralem essigsaurem Bleioxyd gefällt, wobei Farbstoffe, vielleicht noch etwas Albumin u. dergl. praecipitiren, hierauf filtrirt, das Filtrat mit basischessigsaurem Bleioxyd versetzt, filtrirt und endlich dieses letzte Filtrat mit Ammoniak im Ueberschuss behandelt. Die Niederschläge von Bleiessig, Ammoniak und die vom Ammoniakniederschlag abfiltrirte Flüssigkeit werden nun mit Schwefelwasserstoffgas anhaltend gesättigt, somit von Blei und Kupfer befreit, filtrirt, die Filtrate stark concentrirt und an einem kühlen Ort der freiwilligen Ausscheidung überlassen. In der Bleifällung wird hauptsächlich auf Inosit, in der Ammoniakfällung auf Tyrosin, und in dem letzten Filtrat auf Leucin und Milchsäure gesucht.

Eine kurze Prüfung auf flüchtige Fettsäuren, sowie eine qualitative Aschenanalyse reihen sich dem obigen Verfahren an.

3. Allgemeine Methode zur Untersuchung fester Thiersubstanzen.

Methode der Analyse fester Substanzen.

Es handelt sich hier zumeist um die Analyse von Knochen, Concretionen u. dgl.

Man erforscht zuerst die physicalischen Eigenschaften und zieht dann kleine, fein gepulverte Mengen in Untersuchung. Die microscopische Untersuchung von kleinen Längs- oder Querschnittchen der Substanz reicht

oft schon zur Diagnose aus, wenn nicht, so verfahre man hierbei, wie bei der Erörterung der Harnconcretionen und Knochen im speciellen Theil davon angegeben ist.

4. Allgemeine Methode zur Darstellung und Analyse von thierischen Aschen.

Methode der Einäscherung.

Der Zweck des Einäscherns thierischer Substanz ist die Reingewinnung der anorganischen Bestandtheile, welche freilich in zum Theil neuen artificiell veranlassten Verbindungen erscheinen.

Das Einäschern selbst nimmt man meist in dünnen Glühtiegelchen aus Porzellan vor, da die Platintiegel, indem die Kohle der verbrennenden thierischen Substanz aus den fast stets vorhandenen Phosphaten den Phosphor reduzirt, durch Bildung von leicht flüssigem Phosphorplatin bald beschädiget werden.

Man benöthiget zur Einäscherung starker Hitzegrade, somit einer doppeltzügigen Berzeliuslampe oder eines Gasbrenners. Der Tiegel, welcher mit der einzuäschernden Substanz höchstens bis zum vierten Theil seines Volums angefüllt sein darf, wird auf einen Dreifuss etwas geneigt mit aufgelegten Deckel gestellt, und nun das Aeschern begonnen. Im Anfang wendet man mässige Hitze an, bewahrt die Substanz durch Regulirung der Flamme vor Ueberschäumen, entfernt dann den Deckel und steigert langsam die Temperatur, bis die Entwicklung von Dämpfen, das Schäumen aufgehört und der Tiegel etwa in Rothgluth gerathen ist. Man entfernt von der Flamme, lässt den Tiegel gut abkühlen, übergiesst die Kohle mit etwas Wasser, zerkleinert nach Möglichkeit, und erhitzt vorsichtig zum Kochen. Die erhaltene klare, wasserhelle wässrige Lösung, deren Reinheit anzeigt, dass die Gewinnung der Kohle eine vollständige war, filtrirt man und wäscht das schwedische Filter von bekanntem Aschengehalt gut nach.

Die rückständige Kohle aber sammt Tiegel und Filter trocknet man vollkommen im Luftbad und gibt dann stärkere Hitze, bis endlich der Tiegel in Weissgluth steht, und die Kohle verzehrt ist.

Wir haben nun ein Filtrat, welches die im Wasser löslichen Aschenbestandtheile enthält, und

einen Tiegelrückstand, der die im Wasser unlöslichen Aschenbestandtheile enthält. Durch den obigen Vorgang wurde Verflüchtigung oder Zersetzung einzelner Salze möglichst hintangehalten.

Gewisse Cautelen bei einzelnen thierischen Substanzen ergeben sich theils aus bestimmt gestellten physiologischen oder pathologischen Fragen von selbst, oder sind in der Literatur solcher Arbeiten mehrfach angegeben zu finden.

Methode der Analyse. Qualitative Aschenanalyse.

Die eigentliche Aschenanalyse ist nun entweder eine qualitative oder quantitative. Die qualitative Aschenanalyse beginnt mit der Untersuchung der im Wasser löslichen Aschenbestandtheile.

Der wässrige Auszug wird auf seine Reaction geprüft. Eine alcalische Reaction zeigt an, dass kohlensaure Alcalien in Lösung sind. Brausen mit Salzsäure und Trübung durch Kalkwasser geben hiervon die Probe.

Man prüft nun einen kleinen Theil der Flüssigkeit mit Salpetersäure und salpetersaurem Baryt auf Schwefelsäure, filtrirt von Niederschlag und prüft im Filtrat mit Salpetersilber auf Chlorwasserstoff.

Den Rest der Flüssigkeit alkalescirt man mit Chlorbaryum und Barytwasser, so lange noch ein Niederschlag entsteht und filtrirt.

Der Niederschlag wird mit verdünnter Salzsäure behandelt, filtrirt, das Filtrat durch verdünnte Schwefelsäure vom Baryt befreit, filtrirt, und das Filtrat mit Chlorammonium, Aetzammoniak und schwefelsaurer Magnesia auf Phosphorsäure geprüft.

Das Filtrat fällt man mit Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak, untersucht den Niederschlag, der mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, erwärmt und filtrirt wurde, in seinem letzteren klaren Filtrat mit Ammoniak und oxalsaurem Ammoniak auf Kalk.

Das Filtrat von dem durch Ammoniak und kohlensaures Ammoniak erhaltenen Niederschlag verdampft man im Wasserbad zur Trockene, erhitzt bis die Ammoniaksalze sich verflüchtiget haben und lässt erkalten. Der Rückstand wird in der Flamme auf Natrium, mit Weinsäure oder Platinchlorid auf Kalium untersucht.

Die im Wasser unlöslichen Aschenbestandtheile löst man in verdünnter Salzsäure. Ein Brausen hierbei zeigt Kohlensäure an.

Die Lösung wird mit Ammoniak in Ueberschuss versetzt, im Wasserbad digerirt und schnell filtrirt. Das Filtrat wird mit oxalsaurem Ammoniak auf Kalk, und das hiervon gewonnene Filtrat mit phosphorsaurem Natron auf Magnesia geprüft.

Der durch Ammoniak erhaltene Niederschlag wird mit Essigsäure behandelt; in Essigsäure unlösliche Flokken zeigen phosphorsaures Eisnoxyd an, welcher Niederschlag beliebig weiteren Reactionen ausgesetzt werden mag. Die essigsaure, filtrirte Lösung wird mit oxalsaurem Ammoniak auf Kalk, und das Filtrat mit überschüssigem Ammoniak versetzt, auf Magnesia untersucht.

Ist viel Eisen vorhanden, so erhitzt man den erwähnten, mit Essigsäure behandelten Niederschlag und kocht, bis die überstehende Flüssigkeit farblos wird. Der Niederschlag wird in etwas verdünnter Salzsäure gelöst, etwas Weinsäure, Ammoniak und Schwefelammonium hinzugesetzt und erwärmt. Das nunmehr vollständig gefällte Schwefeleisen wird filtrirt und mit Schwefelammoniumhältigen Wasser gewaschen. Im Filtrat wird mit schwefelsaurer Magnesia die Phosphorsäure als phosphorsaure Ammoniakmagnesia nachgewiesen.

Quantitative Aschenanalyse.

Derselbe Gang der Analyse kann bei der quantitativen Bestimmung der Aschenbestandtheile eingehalten werden; der Vorgang bei der quantitativen Bestimmung der einzelnen Körper weicht von den Regeln der allgemeinen, anorganischen Analyse in nichts ab, und verweisen wir desshalb hier auf Fresenius's Lehrbuch der quantitativen Analyse.

Gelegentlich der Kohlensäurebestimmung sei erwähnt, dass man je nach augenblicklichem Bedarf sich kleine Kölbchen aus Kochröhren blasen kann, die mit dem entsprechenden Eimerchen zum Zumischen der Salzsäure, ferner einem passenden Chlorcalciumrohr versehen und mit der zu prüfenden Substanz, sowie der nöthigen Salzsäuremenge beschickt, kaum mehr als

35—40 Gramm wiegen und somit eine genaue Bestimmung der Kohlensäure ermöglichen. Näheres über eine solche Methode, Kohlensäure zu bestimmen, ist im Wochenbl. d. Ztsch. d. G. d. Aerzte, Wien 1681 Nr. 33—34 einzusehen.

5. Spectral-Analyse.

Spectralanalyse.

Seit Newton das Sonnenspectrum, Wollaston dessen Discontinuität entdeckte, Frauenhofer endlich jene dunklen Linien, welche die Continuität des Spectrums stören, näher studirte, haben sich eine namhafte Zahl von Forschern mit den farbigen Spectren verschiedener Körper befasst, und in neuester Zeit haben Kirchhof und Bunsen eine zweckmässige Methode erdacht, mittelst des Spectrums analytische Trennungen in einem Gemenge von mehreren Alcalien durchzuführen, insofern die Spectren der einzelnen Körper nebeneinander zu stehen kommen.

Viele Elemente in eine Flamme von hoher Temperatur gebracht, färben dieselbe in eigenthümlicher Weise. Wir kennen längst die gelbe Farbe, welche Natrium, die grüne, welche Bor, die rothe, welche Strontian u. s. f., einer Flamme, in welcher sie geglüht werden, ertheilen. Lässt man nun das Licht solcher Flammen durch ein Prisma von starkem Brechungsvermögen gehen, so erzeugen sich Spectra, die an und für sich dunkel gehalten, von gewissen hellen und farbigen Linien unterbrochen sind. Am zweckmässigsten benützt man als Flamme hierzu einen Bunsen'schen Gasbrenner oder wenigstens eine Wasserstoffflamme, wo eine schwach leuchtende Flamme und hohe Temperatur zugleich vorhanden sind.

Diese farbigen Linien mancher Metallspectra nun entsprechen genau gewissen dunklen Linien des Sonnenspectrums, ja beide Spectra, das des Natriums z. B., welches an und für sich dunkel, einen hellgelben Streifen gerade an der Stelle hat, wo im Sonnenspectrum die schwarze Linie D steht, und das der Sonne lassen sich eins ins andere umkehren, je nachdem man bei sehr

schwach eintretendem Sonnenlicht zwischen dieses und das Prisma eine starke Natriumflamme einbringt, und somit das Natriumspectrum mit dem hellgelben Streifen D erzielt, oder aber diese Flamme zwischen gewöhnliches Sonnenlicht und Prisma einschaltet und hierbei eine auffallend scharfe, dunkle Linie D erzeugt. Die Erklärung dieses Factums liegt in folgender Theorie:

Ist zwischen eine allgemeine Lichtquelle und deren Effect (z. B. einem Sonnenspectrum) eine andere Lichtquelle, welche nur Strahlen von einer bestimmten Wellenlänge, z. B. gelbe Strahlen, aussendet, eingeschaltet, so werden die ebenfalls gelben Strahlen der allgemeinen Lichtquelle, unbeschadet des Effectes aller übrigen Strahlen, in ihrem Specialeffect gestört, sie werden so zu sagen absorbirt.

Denke ich mir nun den Effect der allgemeinen Lichtquelle z. B. als Sonnenspectrum, so werden durch eine eingeschobene Natriumflamme die gelben Strahlen des Sonnenlichtes geschwächt im Sonnenspectrum eintreffen, und diese Schwächung gegenüber dem glänzenden Effect der übrigen Strahlen fassen wir als dunkle Linie D im hellen Sonnenspectrum auf.

Nehmen wir nun an, dass von der Sonnenkugel allgemeines Licht ausstrahlt, in deren Photosphäre jedoch Natrium glühe, so nimmt es nicht Wunder, dass im Sonnenspectrum die Linie D vorkommt. Es lässt somit die Spectralanalyse Schlüsse hoher und kühner Art zu.

Sehen wir gleichwohl ab von diesen wunderbaren Versuchen, die chemische Forschung ins Universum hinauszutragen, so steht uns doch gegenwärtig schon ein Mittel zur Verfügung, die Metalle der Alcalien sowie einige neuer hierher zählende Metalle in ihren geringsten Mengen schnell und mit grosser Schärfe zu erkennen.

Man bedarf hierzu eines Apparates, wie ihn nach Kirchhoff-Bunsen's Angabe Steinheil in München erzeugt.

Seiner Wesenheit nach besteht dieses Instrument aus einem Stativ, worauf passend befestiget sind:

ein Fernrohr, dessen Ocular lediglich aus einem feinen Spalt, dessen Objectiv aus einer Sammellinse ge-

bildet ist, welche gegen die eine Seite eines Flintglasprisma's von 60° brechendem Winkel sieht, während gegen die andere Seite desselben das Objectiv eines einfachen astronomischen Fernrohres von etwa 8facher Vergrösserung gerichtet ist, dessen Ocular ans Auge des Beobachters kommt, während vor den Spalt im Ocular des ersterwähnten Fernrohrs ein Gasbrenner zu stehen kommt, in dessen mattleuchtende Flamme die zu analysirende Substanz eingebracht wird. Man taucht zu dem Zweck einen feinen, in eine Oese auslaufenden Platindraht, mit dieser zuvor mit destillirtem Wasser befeuchteten Oese in die fein gepulverte Menge der zu untersuchenden Substanz, gewinnt so die mechanische Anheftung einzelner Körnchen und fixirt nun diese Platinoese mittelst eines Stativs in der Mitte der Flamme. Nach einigem Hin- und Herrücken des Stativs, während das Auge des Beobachters am Ocular des astronomischen Fernrohrs beobachtet, ist gewöhnlich die passende Stellung der Oese gefunden, und das Auge sieht ein dunkles Spectrum mit eingeschalteten, hellen, farbigen Streifen. Prisma und Objective der Fernröhre sind mit einem schwarzen Tuch bedeckt, um jede Einwirkung anderweitiger Lichtwellen auszuschliessen.

Um nun mit Bestimmtheit angeben zu können, dass eine beobachtete Linie an einer gewissen Stelle immer wiederkehre, um eine wissenschaftliche Ortsbestimmung der hellen Linien und deren Vergleich mit der Ortsbestimmung der Frauenhofer'schen Linien zu ermöglichen, hat man in neuerer Zeit nebst oberwähnten 2 Fernröhren noch ein kleineres, drittes angebracht, dessen gegen das Prisma gerichtetes Objectiv eine Sammellinse, dessen Ocular eine Scala enthält, welche so vorgerichtet ist, dass nur die Millimetertheilstriche und die Zahlen sichtbar bleiben. Das Bild dieser Scala erhält der am Ocular des astronomischen Fernrohrs Beobachtende zugleich mit dem Spectrum, und kann nun zu jedem farbigen Streifen die Zahl der Millimetertheilung, worauf er zu stehen kommt, bemerken und somit eine hinlänglich genaue Ortsbestimmung vornehmen.

Bisher wurden die Spectra der Metalle Kalium, Natrium, Lithium, Strontium, Baryum, Calcium und

zweier von Bunsen neuentdeckter Metalle Caesium, Rubidium genauer studirt.

Man wendet am zweckmässigsten die Chlorverbindungen dieser Metalle an, indem man selbe durch vorsichtiges Erhitzen entwässert und zu gleicher Zeit an die Platinoese anschmilzt.

Das Natriumspectrum characterisirt sich durch einen glänzenden hellgelben Streifen, welcher genau der Frauenhofer'schen Linie D entspricht.

Das Kaliumspectrum kennzeichnet sich durch zwei Streifen, einen rothen der Frauenhofer'schen Linie A und einen blauen ebenfalls einer Frauenhofer'schen Linie entsprechend.

Die alcalischen Erden haben mehr complexe Spectra, so z. B. zeigen sich im Strontiumspectrum sechs rothe, eine orange und eine blaue Linie.

Die Empfindlichkeit der Spectralreaction gränzt an das Unglaubliche. $^1/_{3\cdot00000}$ Milligramm Kochsalz, $^1/_{100}$ Milligramm chlorsaures Kali werden noch nachgewiesen. Näheres hierüber findet sich in Poggendorfs Annalen 1861—1862.

6. Die Dialyse.

Dialyse.

Wir bezeichnen mit dem Namen Endosmose die Eigenschaft zweier verschiedener, meist durch eine thierische Membran getrennter Lösungen, sich gegenseitig anzuziehen, umzutauschen und endlich eine allenthalben ziemlich gleichmässig gesättigte Lösung hersustellen. Je nach der Beschaffenheit der Lösungen ist natürlich die Endosmose eine sehr verschiedene. Selbst beim vorsichtigen Zusammenmengen von irgend einer Lösung mit Wasser, ohne dazwischen eine Scheidemembran einzuschalten, tritt eine solche allmälige Ausbreitung, Diffusion, der Lösung im Wasser ein, und endlich ist allenthalben eine Flüssigkeit von gleicher Dichte zu finden, indem in demselben Grad als die Lösung sich verdünnte, eine aequivalente Menge Wasser dafür verschwand. Für jede Gewichtsmenge eines in Lösung befindlichen und durch eine Blase diffundirenden Stoffes gibt es eine be-

stimmte Gewichtsmenge Wassers, welche dafür durch die Blase eintritt, und endosmotisches Aequivalent genannt wird. Das Diffusionsvermögen verschiedener Substanzen ist nun ein sehr verschiedenes, und unterscheiden wir zwei grosse Gruppen:

a) Körper, welche ein sehr geringes Diffusionsvermögen besitzen, durch eine schwache Kraft in Lösung gehalten werden, grosse chemische Indifferenz besitzen, und nach ihrem Typus Leim: Colloidsubstanzen genannt werden. Ihre Aggregatform bezeichnen wir dann als den Colloidalzustand der Materie.

b. Körper, welche der Krystallisation fähig sind, den Colloidsubstanzen entgegengesetzt sich verhalten und Krystalloidsubstanzen genannt werden, während ihre Aggregatform als krystallinischer Zustand aufgefasst werden mag.

Die Lösungen oder doch lösungsähnlichen Aggregatzustände, welche die Colloidsubstanzen mit Wasser bilden, gestatten ähnlich wie das Wasser selbst, anderen Substanzen, z. B. den Krystalloidsubstanzen zu diffundiren, indem sich selbe wie thierische Membranen selbst verhalten. Die Trennung nun, die in einem Gemische krystalloider und colloidaler Substanzen durch Diffusion auftritt, nennen wir Dialyse. Die Dialyse ist somit ein Process, dessen Einleitung uns zur Scheidung und Reingewinnung gewisser in colloidalen, thierischen Säften gelösten und sehr schwer auszuscheidenden krystalloiden Substanzen von grossem Vortheil sein kann.

Graham unterscheidet eine Gefässdifusion und eine Dialyse im eigentlichen Sinn. Die Gefässdiffusien stellt er in cilindrischen Gefässen von etwa 152 Mm. Höhe und 87 Mm. Weite an. Er gibt erst 700 C. C. Wasser hinein und lässt ohne Aufregung der Wassersäule 100 C. C. der zu untersuchenden Flüssigkeit mittelst Pipette vorsichtig am Boden des Gefässes ausströmen. Nach einiger Zeit werden die obersten Flüssigkeitsschichten behutsam mit der Pipette abgezogen. Man bestimmt den Inhalt der abgehobenen Flüssigkeit an Salzen u. dgl., und lernt so das stufenweise Aufsteigen

der betreffenden Salze in bestimmten Zeiten genau kennen.

Zur Dialyse wendet man einen Reif von Holz oder Guttapercha an, welchen man mit fehlerfreiem Pergamentpapier derart bespannt, dass ein sieb- oder halb trommelartiges Gefäss entsteht. Auf dieses Sieb, den Dialysator, giesst man die zu bearbeitende Substanz, z. B. feinzerhackte und durch 24 Stunden mit Wasser digerirte arsenige Säure hältige Eingeweide, und lässt den Dialysator auf einem Gefäss, mit dem mehrfachen Volumen Wasser gefüllt, schwimmen. Nach 24 Stunden findet man in diesem äusseren Wasser die Hälfte bis drei Viertel der arsenigen Säure und kann selbe nach gehörigem Concentriren der Lösung mit den geeigneten Reagentien qualitativ und quantitativ bestimmen.

Der Dialysator mag etwa 4 Zoll Durchmesser, die zu untersuchende ohne zu hohe Temperaturanwendung (bei etwa 32° C.) gewonnene Digestionsflüssigkeif circa 50 C. Centimeter, das äussere Wasser 1 Litre betragen.

Alle Flüssigkeiten, welche auf organische oder anorganische lösliche Gifte zu prüfen sind, eignen sich zu der Methode der Dialyse. Die betreffenden Gifte scheinen fast alle Krystalloidsubstanzen zu sein, und gehen demnach durch, aus Colloidsubstanzen bestehende Scheidewände.

Ebenso diffundiren und können ohne Beimengung der sonst so störenden extractiven Materien im äussern Wasser rein gefunden werden verschiedene thierische Substanzen, deren Nachweis und Darstellung eben durch die unkrystallisirbaren, schmierigen Massen, welche bei zoochemischen Analysen gar bald auftreten, bisher unmöglich gemacht wurde. So hat v. Liebig mittelst Dialyse im Darmschleim Alloxan aufgefunden und so wie Graham mit Harn, auch mit Fleischbrühe nachgewiesen, dass alle krystallisirbaren Substanzen vollkommen rein in das äussere Wasser übergingen.

Näheres hierüber in Th. Graham's Anwendung der Diffusion der Flüssigkeiten zur Analyse, Liebig's Annalen Band CXXI, Heft 1, oder Philosoph. Transact. 1861, 183.

7. Die Gasanalyse.

Gasanalyse.

Für die Analyse eines Gases oder Gasgemenges ist die Aufsammlung von grösster Wichtigkeit. Beimengung fremder Gase, vorerst der atmosphärischen Luft, ist hierbei sorgfältigst zu vermeiden.

Handelt es sich um die Analyse von Gasen, welche in verschlossenen Körperhöhlen existiren, so ist die Aufsammlung eine verhältnissmässig leichte und einfache, schwieriger, zum Theil unausführbar ist sie bei freien unmittelbar entweichenden Gasen. Am zweckmässigsten vereinigt man einen feinen Troisquart mit einer luftdicht anschliessenden Kautschukröhre, die entweder in einem kleinen Gasometer oder eine sonstige Gassammelröhre mündet, sticht hierauf den Troisquart ein, z. B. in gespannte Gedärme u. dgl., und entleert möglichst vorsichtig die zu prüfenden Gase.

Man lässt nun aus dem Gassammelrohr einige Blasen entweichen. Der bekannte charakteristische Geruch und das Schwärzen eines mit essigsaurem Bleioxyd befeuchteten Filterpapiers zeigen die Anwesenheit von Schwefelwasserstoffgas an.

Man sperrt die ganze Gasmenge über Quecksilber in eine Endiometerröhre, beachtet Temperatur und Barometerstand, und fährt nun durch das Sperrquecksilber mit einer an einem längeren Platindraht befestigten in einer kleineren Pistolenkugelform gegossenen Kalikugel in die Endiometerröhre; findet Volumsabnahme statt d. h. steigt das Quecksilber in der Röhre, so hat die Kalikugel Kohlensäuregas absorbirt. Bleibt endlich das Volumen constant, so zieht man vorsichtig die Kalikugel aus, notirt abermals Thermometer und Barometerstand und bringt eine Kugel aus Phosphor in. Nach längerem, oft mehr als 24stündigem Verweilen in der Röhre, und nachdem abermals Volumsabnahme eingetreten und endlich das Volumen wieder constant geworden, zieht man nach wiederholter Thermometer- und Barometerbestimmung die Kugel heraus. Die Abnahme des Gasvolumens entspricht dem Volumen des Sauerstoffes. Nachdem man den Dampf der phosphorigen Säure durch Einführung einer Kalikugel ent-

fernt hat, so ist das noch rückständige Gasvolumen entweder reiner Stickstoff oder Stickstoff mit Wasserstoff und Kohlenwasserstoff vermengt.

Die Trennung dieser Gase ist etwas umständlicher.

Man bringt das nunmehr kohlensaure und sauerstofffreie Gas vorsichtig mittelst einer Gaspipette in eine neue Messröhre, die durch destillirtes Wasser abgesperrt ist. Man benützt hierzu am besten Pauli's Gaspipette (Gorup-Besanez zoochemische Analyse 2. Auflage pag. 221). Es wird nunmehr ein gleiches Volumen salzsäurefreien Chlorgases zugeleitet und nach Notirung des Thermometer- und Barometerstandes das neuerliche Volumen bemerkt.

Nimmt das Volumen des Gasgemisches nach einiger Zeit nicht ab, so war weder Wasserstoff noch Kohlenwasserstoff sondern nur Stickstoff vorhanden. Aendert sich jedoch das Volumen, so notirt man die Abnahme und füllt das Gas neuerdings und zwar diesmal unter Quecksilber um.

Im Sperrwasser sucht man mit Salpetersäure und salpetersaurem Silberoxyd auf Chlorwasserstoffsäure, deren Vorhandensein den Schluss auf Wasserstoff gibt. In das umgefüllte Gas wird eine Kalikugel eingeführt.

Eine Abnahme des Volumens zeigt an, dass Kohlensäure vorhanden ist, welche aus dem Kohlenwasserstoff entstand; das letzlich rückständige Gasvolumen ist als Stickstoff zu betrachten.

Entwickelt sich bei der Chlorgaseinleitung keine Kohlensäure, so kann man auf Abwesenheit des Kohlenwasserstoffes schliessen. Die Auffindung der Salzsäure im Sperrwasser hingegen ist kein ganz verlässliches Kriterium für die Anwesenheit des Wasserstoffes, da auch Kohlenwasserstoff gelegentlich der Chloreinwirkung etwas Salzsäure bildet.

Ueber genauere und vollständige Methoden der Gasanalyse sehe man ein R. Bunsen's Gasometrische Methoden.

Untersuchung des Harnes.

Literatur: Nebst den allgemeinen grösseren Lehrbüchern der physiologischen Chemie sind besonders zu erwähnen: Vogel und Neubauer: Anleitung zur Analyse des Harns. 3. Auflage. — Brücke's a. O. citirte Arbeiten über Harn-Zucker. — Scherer's Fachbericht in Canstatt's Jahresbericht. — Ludwig: Lehrbuch der Physiologie. 2. Auflage. — Heller: Harnconcretionen. 1860.

Der Untersuchungsmethode schicken wir einen kurzen Abriss der Chemie des Harns voraus.

Allgemeine Eigenschaften des Harns.

Der frischgelassene Harn des gesunden Menschen ist klar, hellweingelb, vollkommen durchsichtig und von eigenthümlichem Geruch. Er besitzt ein specifisches Gewicht von 1018—1023, doch kann selbes bei reichlichem Wassergenuss bis 1006 sinken, sowie anderseits bei seltnerem Harnlassen und erhöhter Hautthätigkeit auf 1030 steigen; er reagirt sauer und enthält ein kleines Schleimwölkchen und wenige Epithelien der Kanäle, die er durchfliesst ausgenommen, keine eigenthümlichen Formelemente.

Harn-Gährung (nach Scherer).

Steht Harn längere Zeit der Luft ausgesetzt, so wird er gemeiniglich blässer, und es beginnen sich Sedimente abzusetzen, meist Gemenge von Harnsäure, harnsauren Salzen und Schleim. Ein derzeit noch nicht genau erkanntes Ferment, wahrscheinlich Harnblasenschleim, bewirkt, wie Scherer bewiesen, Zersetzung der Harnfarbstoffe, wobei sich freie Milchsäure entwickelt, wesshalb auch die saure Reaction zunimmt. Nach einiger Zeit, etwa 3 — 4 Wochen, geht die oben beschriebene saure Harngährung in die alkalische über. Im Sediment und an der Oberfläche entwickeln sich zahlreiche und verschieden geformte Pilze und Infusorien, der Harnstoff zersetzt sich, kohlensaures Ammon entwickelt sich, die Reaction wird stark alcalisch, im Sediment finden sich Crystalle von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia und harnsaurem Ammoniak. Unter pathologischen Verhältnissen, z. B. in Blasenleiden, kann die alcalische Harngährung schon in der Blase auftreten. Selbst saure Gährung scheint innerhalb der Blase bisweilen stattzuhaben.

Normale Harnbestandtheile.

Die wichtigsten normalen Harnbestandtheile sind:

Wasser, Harnstoff, Harnsäure, Kreatinin, Harnfarbstoffe, geringe Mengen von Hippursäure, Spuren von Fett, Extractivstoffe, Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisen — gebunden an Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure; im gasförmigen Zustand: Kohlensäure, Stickstoff, Sauerstoff.

Pathologische Harnbestandtheile im Harn selbst.

Unter pathologischen oder überhaupt abnormen Verhältnissen kommen im Harn vor:

Eiweiss, Traubenzucker, Milchsäure und milchsaure Salze, Oxydationsstufen der normalen Farbstoffe, Gallenstoffe, Haematin, Eiterserum, kohlensaures Ammoniak, kohlensaures Natron, Schwefelwasserstoff, endlich Leucin, Tyrosin u. dgl.

Im Sediment.

In Sedimenten finden sich:

Harnsäure, harnsaure Salze, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, phosphorsaurer Kalk, oxalsaurer Kalk — Schleim, Epithelien, Eiter, Blutzellen, Samenfäden, Pilze u. dgl

Verhalten des Harns gegen Reagentien.

Normaler Harn bleibt erhitzt klar, färbt sich mit starken Säuren unter mannigfacher Geruchsentwicklung mehr minder dunkel.

Alcalien fällen die Erdphosphate.

Salpetersaures Silberoxyd fällt, vorausgesetzt der Harn wurde vorher salpetersauer gemacht, das Chlor allein.

Chlorbarium fällt in salzsaurem Harn die Schwefelsäure.

Essigsaures Bleioxyd fällt das Chlor, die Schwefel- und Phosphorsäure, zum Theil die Farbstoffe.

Salpetersaures Quecksilberoxyd zersetzt vorerst die Chlorverbindungen und fällt dann den Harnstoff.

Eisenchlorid fällt im essigsauren Harn die Phosphorsäure.

Alcohol bewirkt eine Trübung, die auf Wasserzusatz sofort schwindet.

Qualitative Analyse des Harns.

1. Harnmenge, Reaction, specifisches Gewicht, Geruch, Sediment.

Harnmenge.

Man sammle zu Harnuntersuchungen, wenn möglich immer den Harn von 24 Stunden in einem geräumigen Glassgefäss und verhüte durch einen passenden Deckel das Verdunsten des Harnwassers. Man leert den so gesammelten Harn hierauf in ein Messgefäss und notirt die Anzahl Cubikcentimeter.

Ist eine derartige Aufsammlung des Harns unmöglich, oder reagirt der Harn nicht deutlich sauer, so untersuche man den frisch gelassenen Morgenharn, beachte aber, dass derselbe immer concentrirter als der unter Tags gelassene zu sein pflegt.

Reaction.

Man prüft nun mittelst empfindlichen Lacmuspapieres die Reaction des Harns.

Specifisches Gewicht.

Mittelst eines Araeometers (Urometers) bestimmt man hierauf das specifische Gewicht und benütze hierbei die Haeser-Neubauer'sche Formel, wonach die Decimalen des specifischen Gewichtes mit 2·33 multiplicirt die permillen an festen Stoffen anzeigen; z. B. hat ein Harn 1,014 specifisches Gewicht, so wären $14 \times 2{,}33 = 23{,}62$ Gramm feste Stoffe in 1000 Gramm Harn zu vermuthen.

Geruch.

Entwickelt der Harn einen eigenthümlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff, Schimmel oder Ammoniak, so ist hierauf besonders zu achten.

Sediment.

Ist die Untersuchung nicht sehr dringlich, jedesmal aber wenn der Harn trübe ist, giesst man etwa 100 C. C. von der vorher tüchtig geschüttelten, somit wohlgemischten Harnmenge in einen engen Cilinder über und lässt an einem kühlen Ort absetzen, um so ein zur mikro-chemischen Untersuchung passendes Sediment zu gewinnen. Trüber Harn, soll er unmittelbar untersucht werden, ist zu filtriren und erst das klare Filtrat zu bearbeiten.

2. Prüfung auf die Normalstoffe.

Chlorverbindungen (K Cl + Na Cl)

Man gibt eine geringe Menge 15—20 C. C. Harn in ein Kelchgläschen von etwa 30 C. C. Fassungsraum,

und setzt concentrirte Salpetersäure unter Neigen des Gläschens im langsamen Strahl zu. Die specifisch schwerere Säure senkt sich zu Boden und über dieser Schichte bilden sich, falls Eiweiss oder harnsaure Salze zugegen sind, alsbald characteristische, bei den abnormen Stoffen näher zu erörternde Schichten. Man mengt hierauf Säure und Harn durch Schütteln oder Rühren mit einem Glasstabe, macht hierdurch den Harn salpetersauer und träufelt man nun wenige Tropfen einer starken Lösung von salpetersaurem Silberoxyd (1 auf 10) hinzu, so entsteht im normalen Harn alsbald eine derbe, klumpige, käsige Fällung von Chlorsilber, während das ebenfalls gebildete phosphorsaure Silberoxyd in der freien Salpetersäure gelöst bleibt.

Je nachdem nun statt einer starken, klumpigen Fällung ein schwacher, feingranulirter Niederschlag oder gar nur ein milchiges Trüben, Opalisiren des Harnes auftritt, je nachdem lässt sich behaupten die Menge der Chloride ist geringer, sehr gering, ja bisweilen gleich 0. Wohl zu beachten ist aber das vorhergehende Ansäuern und tüchtige Mischen des Harns, um ganz sicher zu sein, nicht etwa phosphorsaures Silberoxyd für Chlorsilber gehalten zu haben.

Erdphosphate. Eine neue Probe von 15—20 C. C. Harn versetzt man in einem Kelchgläschen mit Aetzammoniak und mengt etwas. Es fallen die im Harn enthaltenen phosphorsauren Erden, d. i. Kalk und Magnesia, letztere als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.

Das Filtrat von den gefällten Erdphosphaten enthält noch die an Phosphorsäure gebundenen Alcalien: Kali und Natron.

Alkaliphosphate. Man versetzt mit einer Lösung von schwefelsaurer Bittererde und alle an Alcalien gebundene Phosphorsäure fällt als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.

Sulfate. Einer weitere Harnprobe setzt man etwas Chlorbaryumlösung und Harnsäure zu. Es fällt die gesammte Schwefelsäure als schwefelsaurer Baryt.

Urophaëin. Man geht nun zur Untersuchung der organischen Normalbestandtheile über und gibt in ein oben erwähntes Kelchgläschen 5 C. C. concentrirte Schwefelsäure, giesst hierauf im raschen Guss etwa 10 C. C. Harn. Die

unmittelbar auftretende granatbraune Färbung und der theerartige Geruch bezeugen die normalmässige Anwesenheit des braunen Extractivstoffes, welchen Heller Urophaëin genannt hat.

Uroxanthin.

Zu 10 C. C. Salzsäure, die in ein Kelchgläschen gefüllt wurde, giesst man nunmehr tropfenweise Harn. Im normalen Harn entsteht eine gelbe Färbung, nach Heller dem Farbstoff Uroxanthin angehörig.

Urrhodin, Uroglaucin, Harnindig.

Ist dieser Farbstoff jedoch vermehrt oder durch abnorme Vorgänge alienirt, so erscheinen rothe, violette bis tiefblaue Farbnuancen (Urrhodin, Uroglaucin), welche neuester Zeit insgesammt als Farbeneffecte eines Harnfarbstoffes, des Harnindigs, angesehen werden können. Fällt man eine Probe Harn vorsichtig mit essigsaurem Bleioxyd, so wird der Harnindig nicht mitgefällt, und das Bleifiltrat in Salzsäure geträufelt, gibt alsbald, wenn auch nur eine Spur von blauem Farbstoff vorhanden ist, eine prachtvolle Reaction.

Harnstoff.

Von der Anwesenheit des Harnstoffes überzeugt man sich durch Abdampfen einer Probe Harns auf einer Glasplatte oder einem Uhrglas und nachherigen Zusatz von Salpetersäure zu der syrupartig gewordenen Flüssigkeit. Besonders bei guter Abkühlung schiesst hier ein Brei von Krystallen salpetersauren Harnstoffes an. Die Massenhaftigkeit desselben, die Schnelle des Entstehens u. dgl. sind Anhaltspunkte die Menge des Harnstoffes abzuschätzen.

Harnsäure.

Harnsäure setzt sich an den Wänden eines am besten cilinderförmigen Glasgefässes innerhalb 12—24 Stunden ab, wenn man die Harnprobe mit $^1/_{10}$—$^1/_{20}$ Volumen Salzsäure versetzt hatte.

Kreatinin ist constant im Harn vorhanden, muss jedoch seines Nachweises halber eigens dargestellt werden.

Hippursäure.

Hippursäure weist man (Liebig) nach, indem man eine Probe ganz frischen Harnes zum Syrup abraucht, mit Aether schüttelt, die ätherische Schichte, welche Harnstoff und Hippursäure enthält, mit einer Pipette abhebt und mit etwas Wasser schüttelt, wobei der Harnstoff ans Wasser tritt, die Hippursäure jedoch gelöst bleibt und beim Abdampfen des Aethers auskrystallisirt.

Ammoniak ist, wie Heintz nachgewiesen, in geringer Menge im normalen Harn enthalten.

3. Prüfung auf die abnormen Stoffe.

Albumin.

Bei der Reaction auf Chloride erwähnten wir, dass oberhalb der zu Boden gesunkenen Schichte Salpetersäure sich andere charakterische Schichten bilden. Ist Albumin vorhanden, so zeigt sich selbst bei den geringsten Mengen eine oben und unten scharf begränzte Schichte von geronnenem Albumin. Irreführend kann die gleichzeitige Anwesenheit von harnsauren Salzen einwirken. Die harnsauren Salze, Urate, wenn allein vorhanden, bilden über der Säureschichte ebenfalls eine dem Albumin ähnliche Schichte, die nach unten zu scharf begränzt, nach oben zu aber nie scharf begränzt, sondern immer wolkig verschwimmend erscheint.

Dessen Trennung von Uraten.

Bisweilen jedoch enthält ein Harn, Albumin und Urate; in diesem Fall sieht man oberhalb der Säureschichte eine nach unten und oben scharfbegränzte Schichte, das Albumin, und ober diesem, durch eine Harnschichte getrennt, schwimmen die Urate, nach unten zu scharf begränzt, nach oben wolkig sich ausbreitend. Mittelst dieser Reaction gelingt es auch geringe Spuren von Albumin nachzuweisen.

Nicht so empfindlich, aber jedenfalls anzustellen ist die Kochprobe. Nativsaurer Harn oder, wenn nöthig, sehr schwach angesäuerter Harn gibt, falls er Albumin enthält, beim Erhitzen über 70° C. eine Trübung, die bei fortgesetztem Erhitzen in eine Gerinnung des Albumins übergeht. Man fügt nun zu der geronnenen Flüssigkeit einige Tropfen Essigsäure oder Salzsäure hinzu; hierdurch wird das geronnene Albumin nicht verändert; bestand jedoch der Niederschlag aus Erdphosphaten, die im sehr schwachsauren oder neutralen Harn bisweilen durch Erhitzen fallen, so lösen sich dieselben auf Zusatz der genannten Säuren alsogleich vollständig auf.

von Erdphosphaten.

Mit der Prüfung auf Eiweiss ist somit auch jene auf Urate und theilweise auf Erdphosphate gegeben.

Traubenzucker.

Im Diabetes mellitus und in manchen anderen pathologischen Processen ist gegenüber der verschwindend

kleinen Zuckermenge des Normalharns eine mehr minder bedeutende Menge von Traubenzucker im Harn enthalten.

Man überzeugt sich von dessen Anwesenheit durch die characteristische Eigenschaft des Traubenzuckers, gewisse Metalloxyde zu reduciren.

Die verlässlichste Probe dürfte jene von Trommer sein. Man versetzt eine Probe klaren eiweissfreien Harnes mit etwas Aetzkali, erwärmt gelinde (um etwaiges Ammoniak auszutreiben), filtrirt falls zu reichliche Mengen Phosphate gefällt werden, setzt nun von einer verdünnten Kupfervitriollösung so lange zu, als der gebildete Niederschlag beim Schütteln sich wieder löst, und erwärmt hierauf gelinde. Das Auftreten einer gelben immermehr zunehmenden Färbung deutet alsdann auf Zuckergehalt. Die vielen Einwürfe, welche dieser Reaction meist mit Unrecht gemacht wurden, sind mehr minder durch eine ungenaue Vornahme derselben verursacht und verdient Trommer's Reaction wahrlich den von Gorup-Besanez gegebenen Beinahmen der „Bestverleumdeten."

Pg. 97 wurden die anderweitigen Zucker-Proben von Heller, Böttger und Andern näher erörtert; dass immer nur vollkommen klarer oder rein filtrirter eiweissfreier Harn in Anwendung komme, ergibt sich von selbst.

Milchsäure. Milchsäure und ihre Salze kommen wohl selten im Harn, meist nur bei der sauren Gährung im rhachitischen Process der Kinder (Gorup-Besanez) vor. Bei der Besprechung der Milchsäure gaben wir bereits die beste Methode des Nachweises an.

Von Gallenstoffen kommen im Harn bisweilen Gallenfarbstoffe, selten jedoch gallensaure Salze vor.

Gallenfarbstoff. Versetzt man eine Probe Harns mit untersalpetersäurehältiger Salpetersäure, oder giesst man in ein Kelchgläschen, welches etwas Salzsäure enthält, wenig Harn und gibt man etwas Salpetersäure zu, so bezeigen die schönen Farbenringe, die von gelb in grün, blau, violett, roth übergehen, die Anwesenheit von Gallenfarbstoffen.

Gallensäuren. Pettenkofer's, Staedeler's, Hoppe's Proben (vide pag. 77) dienen zum Nachweise der Gallensäuren.

Blutfarbstoff.

Der Blutfarbstoff kommt nicht selten im Harn vor, entweder mit Blutkörperchen, oder auch ohne dieselben. In letzterem Fall, wenn zudem der Harn etwas missfärbig ist, dürfte die Ausmittlung des Haematins nach einer von Heller angegebenen Methode vorzuziehen sein. Man kocht haematinverdächtigen Harn bis zur Gerinnung des Albumins und versetzt dann rasch mit wenig Tropfen Aetzkali. Das geronnene Albumin löst sich hierbei sogleich und die Erdphosphate beginnen zu fallen, reissen jedoch hierbei fast allen Blutfarbstoff mit, der nun bei gutem Absetzen am Boden der Kochröhre mit schön rother Färbung auftritt. Diese Probe zeichnet sich ebensosehr durch Schnelligkeit, als durch Sicherheit aus. Auf Färbung des Harns durch medicamentöse Stoffe ist selbstverständlich wohl zu achten.

Kohlensaures Ammoniak.

In manigfachen pathologischen Processen, vornehmlich in Blasenleiden tritt im Harn kohlensaures Ammoniak auf. Der Harn reagirt hierbei zumeist alcalisch. Dampft man eine kleine Quantität desselben in einem Kölbchen ab, dessen Mündung mit einem von einer Glasröhre durchsetzten Kork verschlossen ist, so wird ein in die Glasröhre gestecktes befeuchtetes Stückchen rothen Lacmuspapiers gebläut. Hat man das Kochen einige Zeit fortgesetzt, so wird der Harn allmälig wieder sauer, was jedoch nicht stattfindet, wenn er kohlensaures Natron enthält, in welchem Fall durch das Abdampfen die concentrirtere Lösung umso stärker alcalisch reagirt.

Kohlensaures Natron.

Schwefelwasserstoff.

Wendet man das obenerwähnte Kölbchen mit dem Unterschied an, dass in die Glasröhre ein mit der Lösung eines Silber- oder Bleisalzes befeuchtetes Stückchen weissen Filterpapieres gesteckt wird, so verräth das Schwärzen desselben beim Kochen einer Portion Harn den Gehalt an Schwefelwasserstoff.

Leucin, Tyrosin.

Leucin und Tyrosin kommen selten im Harn vor. Man dampft eine ziemlich grosse Menge Harns im Wasserbad bis zur Syrupconsistenz ab, erschöpft mit Alcohol und verdampft den alcoholischen Auszug auf's Neue zum Syrup. Bisweilen kristallisirten schon hieraus die mit Spizzen besetzten Kugeln des Leucins und später die Nadelbüscheln des Tyrosins.

Man nimmt diesen Syrup mit Wasser auf, fällt mit neutralem essigsaurem Bleioxyd, und ohne den Niederschlag zu berücksichtigen, fällt man das Filtrat mit basischessigsaurem Bleioxyd, nimmt hiervon abermals das Filtrat, zersetzt es mit Schwefelwasserstoff und dampft das bleifreie Filtrat vorsichtig ab. Leucin und Tyrosin kristallisiren hier aus.

Bemerkenswerth ist die Beobachtung, dass in Harnen, worin Tyrosin auftritt, der Harnstoff fehlt.

Es ergibt sich von selbst, dass bei alcalischen Harnen mannigfache Stoffmetamorphosen eintreten und zu beachten sind; so werden Harnstoff und Harnsäure theilweise oder ganz zersetzt, und die Erdphosphate im Sediment zu finden sein. Zuckerproben hat man in solchen Harnen nur mit dem Alcoholextract anzustellen, um nicht von dem Ammoniak des Harns bei Trommer's Probe beirrt zu werden u. s. f.

Quantitative Analyse des Harns.

1. Wasser, feste Stoffe.

Wasser.

Nachdem die 24stündige Harnmenge sorgfältig gesammelt und gemessen wurde. dampft man in einem dünnwandigen gewogenen Porzellanschälchen eine geringe Menge Harns, etwa 20—30 C. C. am Wasserbad, später im Luftbad bei 100—110° C. ab, und wägt so lange bis zwei durch Erwärmen unterbrochene Gewichtsbestimmungen nicht mehr von einander abweichen, berechnet nun den Verlust als Wasser, den Rückstand als feste Stoffe. Setzt man hierauf das Schälchen höherer Temperatur endlich der Glühhitze aus, und wägt dann abermals, so ist der neuerliche Verlust für die organischen festen Bestandtheile anzunehmen, während der Rückstand den Werth der anorganischen unverbrennlichen Bestandtheile angibt.

Feste Stoffe.

Anorganische Stoffe.

Handelt es sich um eine vollkommen genaue Bestimmung von Wasser und festen Stoffen, so ist unbedingt Neubauer's Methode (Archiv f. wissenschft Heilkunde Bd. 4) zu empfehlen. Man gibt darnach 2 C. C. Harn in ein mit Glassplittern beschicktes, verschliessbares Por-

cellanschiffchen bekannten Gewichtes, schiebt dieses in ein verschliessbares Glasrohr, wägt und schaltet es in einem doppelt durchbohrten Wasserbad zwischen einem Aspirator, der noch ein Kölbchen mit concentrirter Schwefelsäure angefügt hat, und einem Chlorcalciumrohr ein. Kocht nun das Wasser im Wasserbad, so öffnet man den Hahn des Aspirators. Für jeden Tropfen Wasser, der abfliesst, kommt vollkommen trockene Luft zum Schiffchen und geht über Schwefelsäure wieder ab. Der Harn wird so vollkommen getrocknet. Man wägt endlich (nach c. 3 Stunden) das Schiffchen im selben Glasrohr wieder.

2. Reaction.

Reactionsbemessung.

Es hat bisweilen Interesse den Grad der sauren Reaction eines Harns zu wissen. Man bedient sich hierzu einer Aetznatronlösung, welche so titrirt ist, dass 1 C. C. derselben genau 10 Milligramm Oxalsäure entspricht. Neutralisirt man nun z. B. eine stark saure und mit Lacmustinctur roth gefärbte Harnprobe mit dieser Aetznatronlösung, so ergibt der Verbrauch derselben einen Werth für die entsprechende Oxalsäure, d. i. man erhält eine Zahl als sogenannten Säuregrad, und ist nun ein Vergleichen der verschiedenen sauren Reactionen hierdurch ermöglicht.

Säuregrad.

3. Sediment.

Ist ein mehr minder massiges Sediment vorhanden, so wird der Harn filtrirt, das specifische Gewicht des trüben und des filtrirten Harnes verglichen, endlich das Sediment microscopisch untersucht, dann am Filter getrocknet, wenn nöthig gewogen, und weiter untersucht.

4. Normalstoffe.

Chloride.

Zur Bemessung der Chloride kennen wir 2 Methoden, von Liebig und von Mohr.

Methode nach Liebig.

Princip von Liebig's Methode. Salpetersaures Quecksilberoxyd fällt in einer Harnstofflösung, die nebstbei Chlorverbindungen enthält, den Harnstoff erst dann, wenn alles Chlor als Quecksilberchlorid verbraucht ist. Der Beginn der Fällung von salpetersaurem Quecksil-

beroxyd-Harnstoff zeigt die Erschöpfung des Harns und somit auch den Gehalt an Chlor an.

Titrirflüssigkeiten. Man bedarf einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd, welche im Litre genau 17,06 Gramm Quecksilber enthält. Berechnen wir alles Chlor zu Chlornatrium, so werden 1 C. C. dieser Titrirflüssigkeit und 10 Milligramm Kochsalz sich genau gegenseitig zersetzen und Sublimat bilden, oder mit andern Worten 1 C. C. der salpetersauren Quecksilberoxydlösung zeigt 10 Milligramm Kochsalz an.

Ausführung. Man versetzt 20 C. C. Harn mit 10 C. C. einer Mischung, welche aus 1 Volum kaltgesättigter salpetersaurer Barytlösung und 2 Volumen kaltgesättigten Barytwassers besteht. Der Niederschlag von schwefelsaurem und phosphorsaurem Baryt wird abfiltrirt und 15 C. C. des Filtrates, wovon 5 C. C. Barytmischung und 10 C. C. Harn sind, werden in ein kleines Kelchglas gegeben und mit Salpetersäure schwach angesäuert. Man füllt nun eine Mohr'sche Quetschhahnburette bis 0 und tropft langsam in das Kelchgläschen unter beständigem Bewegen des Harns die Titrirflüssigkeit zu. Alsbald zeigt sich Trübung, die aber rasch wieder schwindet, sich wieder einstellt und endlich bleibend auftritt. Man liest nun die Anzahl verbrauchter C. C. der Titrirlösung ab und rechnet wie folgt: Hätte man z. B. 9,8 C. C. verbraucht, so entsprächen den 10 C. C. Harn des Kelchgläschens $9{,}8 \times 10 = 98$ Milligramm Kochsalz, somit enthielten 100 C. C. Harn 980 Milligramm und 1000 C. C. oder ein Litre Harn 9,800 Gramm Kochsalz, d. h. die Anzahl verbrauchter C. C. der titrirten Lösung zeigt die Anzahl Gramm Kochsalz im Litre.

Methode nach Mohr.

Princip von Mohr's Methode. Enthält eine neutrale Lösung nebst Chloriden auch chromsaure Salze, so wird der characteristische rothe Niederschlag von chromsaurem Silberoxyd erst dann auftreten, wenn das Chlor als weisses Chlorsilber vorerst gefallen ist, und markirt der erste bleibende rothe Fleck genau den Verbrauch des Chlors.

Titrirflüssigkeiten. Salpetersaures Silberoxyd wird in so viel destillirtem Wasser gelöst, dass 1 C. C. der Silberlösung genau 10 Milligramm Kochsalz

fällt. Man bedarf hierzu ungefähr 29.09 Gramm geschmolzenes, weisses, salpetersaures Silberoxyd, welches in Wasser gelöst und bis zu 1 Litre verdünnt wird.

Neutrales, chromsaures Kali wird in destillirtem Wasser gelöst.

Kochsalzlösung, welche mittelst der Silberlösung so titrirt ist, dass 10 Milligramm Kochsalz genau 1 C. C. des Silbertiters entsprechen.

Ausführung. Eine Probe Harn wird durch Barytmischung, wie vorher erwähnt, von Schwefelsäure und Phosphorsäure befreit und vom Filtrat werden 15 C. C. entsprechend 10 C. C. Harn in ein Kelchgläschen abgemessen, neutralisirt, und hierzu so viel von der Lösung des chromsauren Kali gegeben, dass die Flüssigkeit deutlich gelb wird. Tropft man nun unter stetem Umrühren aus einer Quetschhahnburette die titrirte Silberlösung zu, so wird erst weisse Fällung, dann aber ein röthlicher, sich trotz Umrühren nicht mehr entfärbender Niederschlag fallen. Die Anzahl C. C. der Silberlösung, welche bis zu dieser Zeit verbraucht wurden, geben die Anzahl Gramm Kochsalz, welche im Litre Harn enthalten sind. z. B. Man hätte 8,5 C. C. verbraucht; es wären somit in 10 C. C. Harn $8{,}5 \times 10 = 85$ Milligramm Kochsalz, mithin in 100 C. C. Harn 850 Milligramm und in 1000 C. C. 8,5 Gramm Kochsalz enthalten. Hat man durch zu rasches Zuträufeln der Silberlösung einen zu reichlichen rothen Niederschlag erhalten, so hilft man sich durch Zuträufeln der erwähnten Kochsalzlösung bis zum Verschwinden der rothen Färbung. So viel C. C. Kochsalzlösung hierzu aufgehen, ebensoviel C. C. der Silberlösung waren überschüssig zugesetzt worden, und vermindert man die Zahl C. C. der Silberlösung um die Zahl der zur Rücktitrirung verbrauchten C. C. Kochsalzlösung, so erhält man den richtigen Gehalt an Kochsalz.

Kritik der Methoden.

Die Liebig'sche Methode ist ohne Zweifel die genauere, täuscht aber Ungeübtere durch die Schwierigkeit den Punct zu treffen, wo auf Zusatz von salpetersaurem Quecksilberoxyd der Niederschlag bleibend wird. Die Mohr'sche Methode hat nach Neubauer den Fehler, dass mit dem Silberniederschlage auch Pigmente fallen. Diese Fällung ist jedoch eine sehr allmälige, wenig beir-

rende und kommt, besonders genaue, die Statik des Stoffwechsels betreffende Arbeiten ungerechnet, für die Beantwortung der Fragen des Arztes im Allgemeinen nicht in Betracht. Wohl aber ist die scharfe Begränzung durch das Auftreten des rothen Niederschlages so characteristisch, dass diese Methode sehr zu empfehlen ist.

Phosphorsäure.

Die phosphorsauren Salze des Harns zerfallen in phosphorsaure Erden und phosphorsaure Alcalien. Man bestimmt zuerst die Gesammtphosphorsäure, sodann die an Alcalien gebundene; durch Subtraction findet sich leicht die an Erden gebundene Phosphorsäure.

Methode Liebig's.

Wir kennen zwei Methoden, deren eine darauf beruht, dass eine Lösung von Eisenchlorid in einer Mischung, welche neben phosphorsauren Salzen noch essigsaures Natron und freie Essigsäure enthält, einen weisslichgelben Niederschlag von phosphorsaurem Eisenoxyd hervorruft. Ist nun in einer solchen Mischung alle Phosphorsäure durch Eisenchlorid verbraucht worden, so wird der nächste Tropfen Eisenchloridlösung, weil er nicht mehr durch Phosphorsäure zersetzt und gebunden wird, gewisse characteristische Reactionen zeigen.

Bringt man ehebevor einen Tropfen der Mischung mit Ferrocyankaliumlösung zusammen, so zeigt sich eben keine blaue Färbung, welche aber alsbald eintritt, wenn die Mischung auch nur einen Tropfen freies, unzersetztes Eisenchlorid enthält. Die blaue Färbung zeigt somit an, dass die Phosphorsäure erschöpft sei. Kennen wir nun den Gehalt der Eisenchloridlösung, so werden wir aus dem Verbrauch des Eisens auch auf den Gehalt der Mischung an Phosphorsäure einen Schluss ziehen können. 1 Aequivalent Phosphorsäure fällt genau 1 Aequivalent Eisenoxyd.

Bereiten wir uns z. B. eine Eisenchloridlösung derart, dass 1 C. C. derselben gerade 10 Milligrm. Phosphorsäure fällt, versetzen wir nun 50 C. C. Harn mit etwas essigsaurem Natron und freier Essigsäure und träufeln hierauf die Eisenchloridlösung zu. Gesetzt, es hätte nach dem 11,2 C. C. der Lösung verbraucht waren, ein Tropfen der Mischung auf ein mit Ferrocyancalium befeuchtetes Filterpapier gebracht, einen

bleibenden bei 11,1 C. C. Zusatz nicht erschienenen blauen Fleck erzeugt, so berechnen wir wie folgt:

11,1 × 10 = 111 Milligrm. $P O_5$ in 50 C. C. Harn, somit 2,22 Gramm $P O_5$ in 1000 C. C. d. i. einem Litre Harn.

Fällen wir nun in 50 C. C. Harn mit etwas Ammoniak die Erdphosphate und bestimmen wir die Phosphorsäure des Filtrats, so kennen wir die an Alcalien gebundene Phosphorsäure u. rechnen in Ausführung unseres Beispiels:

In 1000 C. C. Harn: 2,22 Gramm $P O_5$
In 1000 C. C. Harn
(der mit $N H_3$ gefällt
und filtrirt wurde): 1,30 „ „ an Alcalien gebunden.
In 1000 C. C. Harn 0,92 Gramm $P O_5$ an Erden gebunden.

Diese bisher meist geübte Methode ergibt aber in praxi so viele Schwankungen, dass an ihrer Genauigkeit somit entsprechender Verwendbarkeit höchlich gezweifelt werden muss. Wir erwähnten selbe daher nur des historischen Rechtes halber und gehen zu einer zweiten Methode (Leconte, Pincus, Neubauer) über.

Methode nach Pincus, Neubauer.

Princip. Eine Lösung von salpetersaurem Uranoxyd fällt in einer Lösung phosphorsaurer Salze, die Phosphorsäure, als phosphorsaures Uranoxyd ($2 Ur_2O_3 . PO_5$) vollständig. So lange noch etwas Phosphorsäure vorhanden ist, reagirt ein Tropfen des Gemisches nicht auf mit Ferrocyancalium getränktes Filterpapier, erzeugt jedoch auf demselben sogleich einen braunrothen Fleck (Uraneisencyanür), wenn nach Aufzehrung der Phosphorsäure auch nur ein Tropfen überschüssiger salpetersaurer Uranoxydslösung dem Gemisch beigesetzt und sich sofort mit dem Kaliumeisencyanür umsetzte

Titrirflüssigkeit. Man stellt sich eine Uranlösung dar, von der ein C. C. eben hinreicht 5 Milligrm. Phosphorsäure genau zu fällen.

P	= 31	Ur_4	= 240
O_5	= 40	O_6	= 48
$P O_5$	= 71	$2Ur_2O_3$	= 288

71 : 288 = 5 : x ; x = 20,2827 d. h. 1 C. C.

Uranlösung muss 20,2817 Milligrm. Uranoxyd enthalten um 5 Milligrm. $P O_5$ vollständig zu fällen.

Man löse nun käufliches reines Uranoxyd und zwar 20,2817 Grm., in möglichst weniger Salpetersäure und verdünnt mit Wasser bis 800 C. C.

Ferner löst man 5,0422 Grm. reine unverwitterte, trockene Krystalle von zwei Drittel dreibasisch phosphorsaurem Natron und verdünnt bis 200 C. C. Es enthält jeder C. C. dieser Lösung 5 Milligrm. $P O_5$

Ist die Uranlösung vollkommen genau bereitet, so werden 4 C. C. derselben nothwendig sein, um 5 C. C. der Phosphatlösung zu fällen. Um den Titre jedoch vollkommen festzustellen, versetzt man 20 C. C. Natronphosphatlösung mit 17 C. C. Uranlösung und setzt dann weiter tropfenweise die Uranlösung zu. Hätte man 18,4 C. C. Uranlösung gebraucht, um die Phosphorsäure vollständig zu fällen, so setze man auf je 18,4 C. C. der Uranlösung 1,6 C. C. destillirten Wassers zu, und nun wird 1 C. C. des Urantitres genau 1 C. C. Phoshatlösung fällen d. h. je 1 C. C. Uranlösung fällt 5 Milligrm. Phosphorsäure.

Ausführung. 10 C. C. Harn werden mit Ammoniak, hierauf mit Essigsäure im Ueberschuss versetzt, und dann die Uranlösung vorsichtig zugeträufelt; 3 — 5 C. C. derselben genügen gewöhnlich. Man prüft dann einen Tropfen des Gemisches mit einem Tropfen Cfy + K_2 auf einer weissen Porzellanplatte. Hat man nahezu den rechten Punct getroffen, so wiederholt man den Versuch mit 50 C. C. Harn.

Stellt man einen weiteren Versuch mit 50 C. C. Harn an, worin durch Ammoniak die Erdphosphate bereits gefällt und abfiltrirt sind, so erfährt man directe die Menge der an Alcalien und indirecte durch Rechnung die Menge der an Erden gebundenen Phosphorsäure.

Die schwefelsauren Salze des Harns werden durch Barytsulfate bestimmt.

Princip. In einer passend angesäuerten Lösung eines schwefelsauren Salzes fällt eine Lösung von Chlorbaryum die Schwefelsäure vollständig und zwar bindet sich 1 Aequivalent Sshwefelsäure mit 1 Aequivalent Chlorbaryum. Schwefelsäure.

Titrirflüssigkeit. 30,5 Gramm gepulvertes krystallisirtes, lufttrockenes Chlorbaryum löst man in Wasser und verdünnt zu 1 Litre. 1 C. C. dieser Lösung, fällt dann genau 10 Milligrm. wasserfreie Schwefelsäure. Von dieser Lösung nimmt man 100 C. C. und verdünnt selbe zu 1 Litre. 1 C. C. dieser Lösung wird nun 1 Milligrm. Schwefelsäure entsprechen.

Ausführung. In ein enghalsiges Kochfläschen giesst man etwa 100 C. C. des Harns, versetzt mit etwas Salzsäure und erhitzt zum Kochen, lässt hierauf von dem concentrirten Chlorbaryumtitre 5—8 C. C. durch eine Quetschhahnbürette zufliessen, und wartet bis sich der schwefelsaure Baryt abgesetzt hat, was in der Kochhitze ziemlich schnell geschieht

Man setzt hierauf abermals 1 C. C. des concentrirten Chlorbaryumtitre zu, filtrirt wenige Tropfen der Mischung und prüft das Filtrat in einem Röhrchen mit Chlorbaryum auf noch weiteren Gehalt an Schwefelsäure und wenn dies erfolglos ist, mit schwefelsaurer Kalilösung auf etwa überschüssiges Chlorbaryum.

Man wiederholt diess bis man ungefähr den richtigen Punkt trifft, wo weder schwefelsaures Kali noch Chlorbaryum einen Niederschlag geben, misst nun abermals 100 C. C. Harn ab, säuert an, und gibt sogleich die nahekommende Anzahl C. C. Chlorbaryumlösung zu. Austitrirt wird dann mit dem verdünnten Chlorbaryumtitre.

Die Anzahl der verbrauchten C. C. der concentrirten Chlorbaryumlösung multiplicirt man mit 10 und erhält den Gehalt an Milligrm. $S O_3$ in 100 C. C. Harn.

z. B. Verbrauch = 10 C. C. des concentrirten und 4 C. C. des diluirten Chlorbaryumtitres, somit $10{,}4 \times 10 = 104$ Milligrm. $S O_3$ in 100 C. C. und 1,04 Gramm $S O_3$ in 1000 C. C. Harn.

Kalk und Magnesia.

Kalk und Magnesia können unter Einem volumetrisch bestimmt werden.

Princip. Uebermangansaures Kali zu Oxalsäure gegeben, oxydirt selbe unter eigener Zersetzung. Ist alle Oxalsäure oxydirt, so wird der nächste Tropfen einer Lösung von übermangansaurem Kali, weil nicht zersetzt auch nicht mehr entfärbt werden, somit die Mischung eine rosenrothe Farbe erhalten.

Titrirflüssigkeit. Man löst etwas übermangansaures Kali in Wasser (Chamäleonlösung) und titrirt selbe mit einer Oxalsäurelösung von bekanntem Gehalt derart, dass 1 C. C. der Chamäleonlösung genau 10 Milligrm. Oxalsäure oxydirt.

Ausführung. Man nimmt 2 Harnproben je zu 50 C. C. in Arbeit, fällt in beiden mit Ammoniak die Erdphosphate, sammelt auf 2 Filtern, wäscht mit ammoniakhältigem Wasser, und löst beide Filterrückstände getrennt in Esigsäure. In der einen Lösung wird nun die Phosphorsäure, wie angegeben bestimmt, und man kennt nun die Gesammtmenge der an Kalk und Magnesia gebundenen Phosphorsäure.

Die andere Lösung wird mit oxalsaurem Ammoniak gefällt, der Niederschlag gut gewaschen, in etwas Salzsäure gelöst und nun aus der Bürette mit der Chamäleonlösung versetzt, bis eine bleibende rosenrothe Färbung auftritt. Multiplicirt man die Anzahl der verbrauchten C. C. mit 10, so erhält man die Anzahl Milligrm. Oxalsäure, welche an Kalk gebunden waren und da 10 Milligrm. Oxalsäure 7,7 Milligrm. Kalk entsprechen, so findet man durch eine leichte Rechnung die in 50 C. C. Harn befindliche Menge Kalk, aus welcher man die zum Binden des Kalkes nöthige Phosphorsäure (2 Ca O, H O. P O_5) berechnet.

Die Gesammtphosphorsäure (an Kalk und Magnesia gebunden) vermindert um die an Kalk gebundene, gibt uns die an Magnesia gebundene Phosphorsäure, aus welcher endlich die Magnesia berechnet wird.

Ammoniak.

Ob der normale Harn Ammoniak enthalte oder nicht, ist derzeit noch nicht mit apodiktischer Gewissheit entschieden. Schlösing gab zur Bemessung des Ammoniaks im Harn eine Methode an, die auf der Fähigkeit der Schwefelsäure beruht, wenn neben ihr eine ammoniakhältige Flüssigkeit in einem geschlossenen Raum vorhanden ist, alles Ammoniak zu absorbiren. Mittelst einer titrirten Aetznatronlösung bestimmt man den Säuregrad der Schwefelsäure, stellt in einem abgeschlossenen Raum eine Harnprobe über ein Gefäss voll Schwefelsäure und wartet einige Zeit ab. Man bestimmt hierauf aufs Neue den Säuregrad der Schwefelsäure. Die Abnahme der Säure

ist auf Rechnung der Einwirkung des Ammoniaks zu geben, welches hieraus berechnet werden kann.

Harnstoff. Die Bestimmung des Harnstoffes ist durch Liebig's Methode in einfacher und genauer Weise ermöglicht.

Princip. Princip. Setzt man einer Harnstofflösung eine verdünnte Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd zu, so entsteht ein derber, weisser Niederschlag von Quecksilberoxyd-Harnstoff (je 4 Aequivalente Quecksilberoxyd auf 1 Aequivalent Harnstoff). Gibt man zur Mischung etwas kohlensaures Natron, so wird sich dieselbe, so lange noch Harnstoff gelöst ist, nicht verändern, wohl aber eine gelbe Färbung annehmen sowie aller Harnstoff gefällt ist und nunmehr das salpetersaure Quecksilberoxyd von dem kohlensauren Natron zersetzt und zu gelbem Quecksilberoxydhydrat oder basisch-salpetersaurem Quecksilberoxyd verwandelt wird. Aus dem Verbrauch der Quecksilberlösung schliessen wir auf den Gehalt der Harnstofflösung.

Enthält eine Harnstofflösung gleichzeitig Kochsalz, so tritt der Harnstoffquecksilberoxyd-Niederschlag erst ein, nachdem alles Kochsalz zersetzt wurde; es ist somit nicht alle verbrauchte Quecksilberlösung auf Rechnung des Harnstoffs zu setzen.

Titrirte Lösungen. Titrirte Lösungen. Man löst 0,5 Gramm bei 100^0 C. getrockneten Harnstoffes in etwas Wasser und verdünnt bis 25 C. C.

Man löst ferner 71,48 Gramm chemisch reines Quecksilber in reiner Salpetersäure, erwärmt unter Zusatz von Salpetersäure so lange als noch salpetrigsaure Dämpfe entweichen, engt dann zur Syrupconsistenz ein, löst in Wasser und verdünnt bis zu 1 Litre.

Nun misst man 10 C. C. der Harnstofflösung, die 0·2 Gramm Harnstoff entsprechen, ab und lässt hierzu aus einer Burette ungefähr 19 C. C. der Quecksilberlösung fliessen, reagirt mit kohlensaurem Natron auf einen Tropfen der Mischung und lässt, falls sich keine gelbe Färbung zeigt, $^1/_{10}$ C. C. weise die Quecksilberlösung zutropfen. Während des Titrirens setze man bisweilen etwas kohlensaures Natron zur Mischung, um die bei Fällung des Harnstoffes zunehmende Säure der Mischung abzustum-

pfen. Hat man so z. B. 19,1 C. C. der Quecksilberlösung verbraucht bis die gelbe Färbung aufgetreten, so setzt man auf 191 C. C. derselben Lösung 9 C. C. Wasser zu. Von dem so verdünnten Titre werden genau 20 C. C. hinreichen, um 0·2 Gramm Harnstoff zu fällen, oder 1 C. C. entspricht 0,010 Gramm Harnstoff.

Ausführung.

Ausführung. Etwa 40 C. C. Harn werden mit dem halben Volum einer Barytmischung (siehe bei Bestimmung der Chloride) gefällt, filtrirt, vom Filtrat 15 C. C., entsprechend 10 C. C. Harn, abgemessen und mit titrirter Quecksilberlösung, unter öfteren Proben mit kohlensaurem Natron versetzt. Die letzte Zahl vor Erscheinen der gelben Färbung gilt als Grund der Berechnung. Gesetzt, wir hätten 22,5 C. C. Titre verbraucht, so müssen wir vorerst 2 C. C. hiervon abziehen, da der Kochsalzgehalt des Harns Ursache war, dass die ersten Mengen der Titrelösung damit salpetersaures Natron und lösliches Quecksilberchlorid (Sublimat) bildeten. Angenommen der Kochsalzgehalt des Harns übersteige nicht 1 bis $1^1/_2\%$, so genügt die Verminderung um 2 C. C., unbeschadet eines vergleichbaren, richtigen Resultates. 22,5 C. C. — 2 C. C. = 20,5 C. C., d. i. 20,5×10 = 205 Milligramm in 10 C. C. Harn, somit 20,5 Gramm Harnstoff im Litre Harn. Die Anzahl verbrauchter C. C. Titreflüssigkeit zeigt somit die Anzahl Gramm Harnstoff in 1000 Gramm Harn an.

Correctur. Der Harn enthält mehr als 2% Harnstoff.

Correctur. Die Genauigkeit des Resultates hängt jedoch von einer noch vorzunehmenden Correctur ab. Die erwähnte Titreflüssigkeit ist für einen Harn gerichtet, der 2% Harnstoff enthält. 15 C. C. einer solchen 2procentigen Harnstofflösung bedürfen 30 C. C. der titrirten Lösung, deren 1 C. C. 5,2 Milligramm Quecksilberoxyd enthält, somit enthält die Mischung von 15 C. C. Harnstofflösung und 30 C. C. Titrelösung (30 × 5,2) 156 Milligramm Quecksilberoxyd und 1 C. C. derselben (156 : 45) 3,47 Milligramm Quecksilberoxyd. Hatte man aber mit einer 4%igen Harnstofflösung zu thun, so würden 15 C. C. derselben 60 C. C. Titrelösung (mit 312 Milligramm HgO) erfordern. 1 C. C. der 75 C. C. betragenden Mischung entspräche dann (312 : 75 =) 4,16 Milligramm HgO und enthielte somit (4,16 — 3,47 =)

0,69 Milligramm HgO mehr als zum Entstehen der gelben Färbung nöthig ist.

Ist somit der Harnstoffgehalt des Harns grösser als 2%, so begeht man einen Fehler, indem die gelbe Färbung früher eintritt, somit der Harnstoffgehalt zu gering befunden wird. Man hilft durch Verdünnung der Mischung in der Weise ab, dass man, falls von der Titrelösung bereits zweimal so viel, als Harnstofflösung in Arbeit steht, zugegeben wurde, ohne mit NaO. CO_2 eine gelbe Färbung zu erhalten, auf je 2 C. C. Titrelösung, welche weiters zugesetzt werden, 1. C. C. Wasser der Mischung beifügt. Verfolgen wir unser Beispiel mit der 4%tigen Harnstofflösung. 15 C. C. hiervon geben bei 30 C. C. Titrezusatz noch keine gelbe Färbung. Man setze nun abwechselnd Titrelösung und das $^1/_2$ Volumen Wasser zu; man wird hier noch 15 Mal je 2 C. C. Titre, somit 15 Mal 1 C. C. Wasser, zugeben und erhält endlich 15 C. C. Harnstofflösung, 60 C. C. Titre und 15 C. C. Wasserzusatz, zusammen 90 C. C. Mischung. Dividirt man nun 312 durch 90, so erhält man 3,46, also ungefähr die normalmässige Zahl Milligramm HgO, welche 1 C. C. der Mischung entsprechen sollen.

Er enthält weniger als 2% Harnstoff.

Gegentheilig findet man eine zu hohe Zahl für den Harnstoff, wenn der Harn weniger als 2% desselben enthält. Tritt also die gelbe Endreaction früher ein, als eine doppelte Menge von C. C. des Titres verglichen zu den C. C. der Harnstofflösung verbraucht wurden, so zieht man für je 5 C. C., welche weniger als die doppelte Zahl C. C. der Harnstofflösung benöthiget wurden, 0,1 C. C. von den verbrauchten C. C. des Titres ab. Hätte man z. B. für 10 C. C. Harn nicht 20 C. C., sondern nur 10 C. C. Titre gebraucht, so zieht man von diesen 10 C. C. noch 0·2 C. C. ab und berechnet somit nur 9,8 C. C.

Harnsäure.

Die Harnsäure bestimmt man durch Wägung. Einer Quantität Harn, 150—200 C. C., setze man ungefähr $^1/_{10}$ des Gewichtes an concentrirter Salzsäure zu, bedecke das Gefäss mit einer Glasplatte und lasse bis 48 Stunden stehen. Dann sammelt man auf einem trokkenen und gewogenen Filter die an der Oberfläche des

Harns schwimmenden Kryställchen, giesst hierauf den meist vollkommen klaren Harn ab, gewinnt durch Abkratzen die an den Glaswänden klebenden Krystalle, bringt Alles aufs Filter und wäscht dort so lange, als das Waschwasser noch sauer durchgeht. Man trocknet hierauf das Filter mit den Krystallen, wiegt und erhält nach Abzug des Filtergewichtes das Gewicht der Harnsäure, welches dann auf 1000 C. C. Harn berechnet wird.

Kreatinin. Kreatinin bestimmt Neubauer quantitativ in folgender Weise: 300 C. C. des in 24 h. gesammelten Harns werden bis zur alcalischen Reaction mit Kalkmilch und sodann tropfenweise mit Chlorcalciumlösung versetzt so lange noch ein Niederschlag entsteht. Nach 2 Stunden filtrirt man, dampft das Filtrat möglichst schnell im Wasserbad zur Trockene ein und mischt es noch warm mit 30—40 C. C. 93% Alcohol. Man gibt Alles in ein Becherglas, lässt ruhig absetzen, filtrirt sodann und wäscht vorsichtig mit Weingeist, engt nöthigenfalls auf 40—50 C. C. ein, und gibt nach dem Erkalten $\frac{1}{2}$ C. C. einer säurefreien Chlorzinklösung vom specifischen Gewicht 1,20 zu. Man lässt nun nach fleissigem Umrühren den Brei 3—4 Tage im Keller stehen und bringt endlich die abgeschiedenen Krystalle auf ein gewogenes Filter, wäscht mit Weingeist, bis die ablaufende Flüssigkeit keine Chlorreaction mehr gibt, trocknet bei 100° und wiegt die Krystalle. Dieselben enthalten ungefähr 94% reines Kreatinin-Chlorzink, und wird das Kreatinin $C_8 H_7 N_3 O_2$ aus der Formel $C_8 H_7 N_3 O_2 Zn Cl$ leicht berechnet werden können.

5. Abnorme Stoffe.

Albumin. Albumin wird quantitativ durch Wägung bestimmt. Eine bestimmte Quantität, etwa 20—50 C. C. Harn, der sauer oder doch neutral reagiren muss, werden zum Kochen erhitzt, hierauf mit einem Tröpfchen Essigsäure versetzt und die Gerinnung abgewartet. Meist setzt sich die Flüssigkeit über dem Gerinnsel klar ab, man filtrirt sodann und wägt das getrocknete, geronnene Eiweiss auf

einem Filter von bekanntem Gewicht. Es erfolgt dann die Berechnung auf 1000 C. C.

Bödeker's Methode mit Essigsäure und Ferrocyankalium den Albumingehalt eines Harns abzuschätzen, ist, obwohl unschwer auszuführen, doch etwas zu schwankend in ihren Resultaten. Im Ventzke-Soleil'schen Polarisationsapparat wird nach Einschaltung einer Schichte klaren Harnes, durch die mehr mindere Ablenkung des Lichtstrahls, eine Mengenbestimmung des Albumins vorgenommen.

Traubenzucker.

Der Traubenzucker kann auf mehrfache Weise quantitativ im Harn bestimmt werden.

Gährungsmethode.

Man lässt eine bestimmte Menge Harn mit gut gewaschener Bierhefe in einem gewogenen Apparat von Fresenius und Will gähren, wägt nach vollendeter Gährung wieder, berechnet den Verlust als Kohlensäure und aus dieser den Traubenzucker.

Methode mit dem Polarisator.

Man fügt in den Ventzke-Soleil'schen Polarisationsapparat eine Schichte klaren Harnes ein und berechnet den Zucker nach dem stärkeren oder schwächeren Drehungsvermögen.

Methode nach Trommer's Princip.

Man stellt sich eine Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd dar, wovon 10 C. C. eben hinreichen 0,05 Gramm Traubenzucker genau zu reduciren. Man löst hierzu 40 Gramm reinen crystallisirten Kupfervitriol in Wasser und verdünnt bis auf 1154,4 C. C. Hierauf gibt man 10 C. C. dieser Lösung in eine Porcellanschale, gibt etwas neutrale, weinsaure Kalilösung und Kalilauge hinzu, verdünnt mit Wasser, erwärmt und tropft nun aus einer Burette 10- bis 20fach verdünnten Harn hinzu. Es tritt Reducirung des Kupferoxyds ein, und in der Schale bleibt endlich ein rother Bodensatz mit überstehender, farbloser Flüssigkeit, welche erhitzt sich nicht bräunen darf (sie enthielte dann schon überschüssigen Zucker) und mit Schwefelwasserstoff oder Ferrocyankalium keinen Niederschlag geben darf (sie enthielte sonst noch unreducirten Kupfervitriol); bleibt die überstehende Flüssigkeit aber sowohl farblos als ohne Niederschlag, so hat man den rechten Punkt getroffen und weiss nun, dass in der verbrauchten Quantität Harn gerade 0,050 Gramm Traubenzucker vorhanden sind.

Nach Fehling löst man 40 Gramm $CuO.SO_3 + 5$ aq. in etwa 160 Gramm Wasser, versetzt sodann 160 Gramm $2NaO\,\overline{T} + 8$ aq. (oder K O, Na O, $\overline{T}$ + 8 aq.) in wenig Wasser gelöst, mit 600 — 700 Grm. caustischer Natron oder Kalilauge von 1,12 spec. Gewicht, giesst zu dieser alcalischen Lösung nach und nach die Kupferlösung und verdünnt endlich bis zu 1154,4 C. C. bei 15^0 C. Von diesem Titre entsprechen 10 C. C. genau 0,050 Grm. Traubenzucker. Man verfährt mit dem Zusatz des Harns aus einer Burette, wie eben erörtert wurde. Einerseits ist nun der Punkt, wo die 10 C' C. Titre genau reducirt sind, schwer zu treffen, anderseits verdirbt die Fehling'sche Probeflüssigkeit leicht; von diesen Uebelständen frei ist aber die letztlich zu erwähnende Methode. Fehling's Probeflüssigkeit.

Brücke versetzt ein gemessenes Volumen Harn mit einem gemessenen Volumen Salzsäure (etwa $^1/_{25}$ Volum) und lässt es 24 Stunden in der Kälte stehen, um die Harnsäure abzuscheiden. Methode Brücke's.

Man filtrirt dann und füllt in eine Reihe von Kochröhren, die nicht zu enge und möglichst gleich weit seien, der Reihe nach 1, 2, 3, 4, 5 C. C. des sauren Harns. Man ergänzt hierauf mit einer Kupfervitriollösung, die 5,8 Grm. Kupferoxyd (18,125 gram. $CuO.SO_3 + 5$ aq.) im Titre enthält, den Inhalt der Kochröhren auf 6 C. C.; somit enthält die erste Röhre 1 C. C. Harn und 5 C. C. Kupferlösung, die letzte hingegen 5 C. C. Harn und 1 C. C. Kupferlösung. Man gibt in alle Röhren einen reichlichen Ueberschuss von Kalilauge, erhitzt, verschliesst leicht mit conischen Korken, und stellt die 5 Kochröhren so auf, dass man schräge durch selbe auf ein weisses Papier sehen kann. Nach einiger Zeit, am besten nach 12 — 24 Stunden wird in einigen Röhren das Blau oder Grün noch vorhanden, in andern fast oder ganz verschwunden, wieder in andern einer gelben Färbung gewichen sein. Findet man nun z. B. die Mischung aus 3 C. C. Harn und 3 C. C. Titre noch grünlich, jene aus 4 C. C. Harn und 2 C. C. Titre farblos mit einem Stich ins Gelbe, so mache man eine Mischung von $3^1/_2$ Harn und $2^1/_2$ Titre oder $3^3/_4$ Harn und $2^1/_4$ Titre u. s. f.

bis man eine Mischung trifft, die durch Kali und Erwärmen eben farblos wird, während die vorhergehende noch einen Stich ins Grüne, die nachfolgende einen Stich ins Gelbe zeigt.

Berechnung. Die Berechnung des Zuckergehalts (x = Gramm des krystallisirten Traubenzuckers im Litre Harn erfolgt nun, vorausgesetzt man habe das Atomgewicht des Kupfers zu 32 (statt 31,68) angenommen, und dem Harn jedesmal $^1/_{25}$ seines Volumen an Salzsäure zugesetzt, nach einer einfachen Formel:

$$x = \left(\frac{n}{m} \times 3\right) - \left(\frac{33}{700} \times \frac{26}{25}\right)$$

m bedeutet das Volumen des harnsäurefreien Harns
n „ „ „ „ Titres

$\left(\frac{33}{700} \times \frac{26}{25}\right)$ ist eine aus einer Formel abgeleitete Zahl, welche als Correctur für die trotz des Salzsäurezusatz nicht ganz abgeschiedene Harnsäure des Harnes dient. Diese Zahl sowie die Zahl 3 sind constant, $\frac{n}{m}$ muss eben im Wege des Versuches gefunden werden. Somit ist

$$x = \frac{3n}{m} - 0,049$$

Hätten wir nun z. B. in jener Kochröhre, worin vollkommene Entfärbung eintrat 2 Volumina Harn und 4 Volumina Titreflüssigkeit, so ist:

$$x = \frac{4 \times 3}{2} 0,049 = 6,0 - 0,049 = 5,951 \text{ Grmm.}$$

Zucker im Liter diabetischen Harnes.

Man pflegt nun aber den diabetischen Harn immer zu verdünnen, und zwar mit dem 10- bis 20fachen Volumen Wasser, je nachdem das specifische Gewicht niederer oder höher befunden wird. Man multiplicirt dann den Werth von x entsprechend der Verdünnung der Zuckerflüssigkeit mit 10 bis 20.

Bödeker hat in letzterer Zeit einen Körper: Alkapton endeckt, welcher sehr reducirend wirkt, Kupferoxyd und Silberoxyd rasch, Wismuthoxyd aber gar nicht reducirt.

Schon auf Zusatz von Kali färbt sich alkaptonhältiger Harn braun bis schwarz, ist somit von alkaptonfreiem leicht zu unterscheiden.

Es ist ferner Bedacht zu nehmen, auf anderweitige in den Harn gelangende reducirende Stoffe, daher die Medicamente, insonders Balsame, ätherische Oele, Theereinreibungen stets zu berücksichtigen sind.

Obige Methode, deren Genauigkeit vollkommen befriedigt und deren leichte Ausführbarkeit auch dem Ungeübteren erlaubt, entsprechende Untersuchungen anzustellen, wurde von Brücke in allgemeinen, für jeden Kupfertitre und beliebigen Salzsäurezusatz passenden Formeln entwickelt, und in Nr. 10, 11, 12, 13 des Jahrg. 1860 der allgemeinen Wiener medizinischen Zeitung veröffentlicht.

Semiotik der Harnbestandtheile.

Vorbemerkungen.

Der Harn zeigt in verschiedenen pathologischen Processen eine mehr minder characteristische Zusammensetzung, welche bisweilen Rückschlüsse auf den Krankeitsprocess selbst zulassen und insoferne ist die Deutung des Plus oder Minus eines normalen, sowie der Nachweis eines abnormen Harnbestandtheils, mit einem Wort die Semiotik der Harnbestandtheile nicht selten für die Diagnose, Prognose und Therapie von erheblicher Wichtigkeit. Es ist nun nicht immer zwischen den Quantitätschwankungen, dem abnormen Vorkommen der betreffenden Stoffe und der pathologischen Function des erkrankten Organismus ein directer und theoretisch einsichtlicher Zusammenhang zu finden, ja bisweilen erscheinen gewisse Harnalienationen als scheinbar selbstständige Symptome, deren Deutung nur rein empirisch geschehen kann, indem man von dem wiederholten wohl constatirten Auftreten derselben bei gewissen Krankheiten, auf diese rückschliesst. Im Allgemeinen sind dies jedoch seltenere Fälle und man wird wohl meistens das chemische Bild des Harnes durch locale oder allgemeine pathologische Veränderungen in rationeller Weise zu erklären vermögen.

Der mit derlei Arbeiten, mit der Beantwortung der ärztlichen Fragen beschäftigte Chemiker hüte sich also vor einer sogenannten Harnguckerei und Diagnosenfabrikation ebensosehr, als vor dem Standpunkt eines einseitigen Wissenschaftsmannes, der einige Quantitätsbestimmungen macht und den organischen Zusammenhang zwischen seinem Arbeitsmaterial und dem kranken Organismus aus Unwissenheit oder mit Absicht ausser Acht lässt. Eine eigentliche Gränze zwischen dem Wirkungskreis des Arztes und des Chemikers lässt sich erst dann ziehen, wenn der Arzt genug chemisch gebildet ist, genaue, sachlichbegründete Fragen zu stellen sowie deren Beantwortung semiotisch zu verwerthen, und der Chemiker oder vielmehr die Chemie so weit sein wird entsprechende Antworten zu geben. Bis dahin mögen sich Arzt und Chemiker ergänzen und Letzterer soll daher seine für die Verwerthung der Untersuchungsresultate gefasste Ansicht dem Ersteren niemals vorenthalten, wenngleich eben nur der Arzt die Diagnose macht.

Es schien uns nöthig unsern Standpunkt hier etwas bestimmter auszuführen, um in den folgenden Zeilen nicht missverstanden zu werden.

Wir beginnen mit der Würdigung der sogenannten physicalischen Eigenschaften.

Farbe. Die normale weingelbe Farbe des Harns ändert sich in pathologischen Verhältnissen einerseits bis zum lichtesten Weissgelb, anderseits bis zum Roth- oder Braunschwarz. Abgesehen vom blassen aber schweren Harn bei Diabetes mellitus lässt die blässere Farbe meist auf geringeres specifisches Gewicht und umgekehrt schliessen. Ein eigenthümliches Orangeroth lässt Gehalt an Uroërythrin, ein Braungelb bis Grüngelb, Gehalt an Gallenfarbstoffen vermuthen.

Ein characteristisches Roth entspricht dem Hämatin, es wandelt sich besonders bei alcalischgährenden Harnen nicht selten in Braun bis Braunschwarz um. Gehalt an Eiweiss und Heller's Probe constatiren dann die Anwesenheit von Hämatin. In specifisch leichtem Harn (unter 1021) platzen die Blutkörperchen meist, und

man findet dann Hämatin, ohne die Blutzellen nachweisen zu können.

Umgekehrt schwindet im starksauren Harn, trotz der Anwesenheit von Blutkörperchen, bisweilen das Hämatin, der Harn zeigt wohl etwas Eiweiss, aber keine rothe Farbe. Derlei Vorkommen wurde bisher fast immer nur bei gichtischen Leiden, im Beginn der Urolithiase gefunden. Setzt man zu rothem, blutverdächtigem Harn verdünnte Essigsäure, so schwindet bisweilen plötzlich die rothe Färbung, welche somit nicht von Hämatin, sondern von dem Farbstoff des Rheïn, Rhabarbers, Sennin, Rhamnin oder Santonin, kurz des etwa eingenommenen Medicaments herrührte. Diese Farbstoffe werden in alcalischen Lösungen roth und in sauren wieder farblos, sind somit mit Blutroth, das durch Essigsäure nicht geändert wird, schwer zu verwechseln. Die mit Essigsäure farblos gewordenen oder nativsauren, aber einen derlei Farbstoff führenden Harne werden durch Ammoniak wieder roth.

Der Geruch des Harns ist von minderer Bedeutung; er tritt auf Zusatz von etwas Schwefelsäure prägnanter hervor. Geruch.

Kohlensaures Ammoniak, wie es bei der alcalischen Harngährung gebildet wird, Schwefelammonium, wie es aus Zersetzung der Albuminate stammen mag, geben dem Harn einen eigenthümlichen Geruch, der auf die eben erwähnten Processe weist. Heller hat in Harnen bei schweren Typhen und Spinalleiden einigemale einen eigenthümlichen, schimmelartigen Geruch gefunden.

Der Genuss gewisser Medicamente, so Moschus, Castoreum, Terpentin (Veilchengeruch), Copaiva gibt dem Harn ebenfalls einen eigenthümlichen Geruch.

Das specifische Gewicht im normalen Harn, 1.020 bis 1.025 betragend, schwankt unter pathologischen Verhältnissen ungefähr zwischen 1.006 und 1.063. Im sogenannt normalen Harn zeigt ein höheres specifisches Gewicht eine grössere Concentration desselben an. Im Allgemeinen wird das specifische Gewicht durch den Gehalt des normalen Harns an Harnstoff und Kochsalz am meisten beeinflusst. Mittelst der Formel von Häser findet man aus dem specifischen Gewicht approximativ die Permillen fester Bestandtheile und des Harnstoffs ins- Specifisches Gewicht.

besonders, wenn man die letzten 2 Dezimalstellen mit 2.33 respective mit 1.65 multiplicirt. 1000 Grm. Harn, von 1.025 specifisches Gewicht würden dem entsprechend 58.25 Grm. feste Bestandtheile, worunter 29.12 Grm. Harnstoff, enthalten.

Im pathologischen Harn beeinflussen Zucker und Eiweiss am meisten das specifische Gewicht. Es ergibt sich hier so manche practisch wichtige Folgerung. Ein Harn z. B. der reich an Eiweiss, nichtsdestoweniger ein geringes specifisches Gewicht zeigt, muss nothwendig arm an Harnstoff sein.

Ein hohes specifisches Gewicht bei blasser Farbe deutet auf Gehalt an Eiweiss oder Zucker. Interessant ist die Bestimmung und der Vergleich des specifischen Gewichtes in einem eiweissreichen Harn vor und nach der Ausfällung des Eiweisses; es ergibt sich hierbei das Verhältniss der Eiweiss- zur Harnstoffmenge.

Im Allgemeinen ist das specifische Gewicht vermehrt in acuten Entzündungen, Meningitis, Melliturie; vermindert in der Mehrzahl der chronischen Erkrankungen, in der Hydrämie, bei Nierenleiden trotz des Gehaltes an Eiweiss.

Reaction.

Die Reaction des Harnes, der Norm nach sauer, wird bisweilen ohne krankhafte Veranlassung durch den Genuss von kohlensauren oder pflanzensauren Alcalien (Brausepulver, Limonade, gewisse Obstsorten, Weine) alcalisch. Abgesehen von derlei künstlichen Alcalescirungen ist die pathologische alcalische Reaction des Harns wohl zu beachten. Entstammt selbe dem Gehalt des Harns an fixen Alcali (NaO. C O_2 oder K O. C O_2), so ist dies mit eines der ungünstigsten Vorzeichen bei Hirnleiden. Ist die alcalische Reaction durch kohlensaures Ammoniak verursacht, so weist sie entweder auf Urämie (selten, wobei meist beigemengtes Hämatin dem Harn ein bräunliches Colorit gibt) oder auf Blasencatarrh, wo Schleim, Eiter, Epithelien die Diagnose mitbestimmen helfen. Vorübergehende mit starksaurer Reaction wechselnde Harnalcalescenz ist den Rheumatosen eigenthümlich, deren Harns entsprechend bald blass und alcalisch, bald rothgelb und sauer ist. Das kohlensaure Ammoniak stammt alles von Harnstoff-

zersetzung her, nicht so alles Ammoniak des Harns überhaupt, da in diesem ja auch harnsaures und doppelt harnsaures Ammoniak vorkommt.

Der Grad der sauren Reaction lässt sich annähernd aus der Bestimmung der freien Säure des Harns ermitteln. Nach Lehmann's Untersuchungen ist die freie Säure des Harns bei acuten fieberhaften Krankheiten vermindert und erreicht fast nie das physiologische Minimum, in 24 Stunden 2 Gramm. Im Typhus steigt der Säuregrad im febrilen Stadium, nimmt im adynamischen ab, und wächst erst wieder bei der Reconvalescenz mit der Nahrung. Im Rheumatismus steigt der Säuregrad je heftiger die Erscheinungen auftreten. Am grössten ist die Quantität der ausgeschiedenen Säure bei Pneumonie und Pleuritis.

Der Semiotik der physicalischen Eigenschaften schliesst sich jene der normalen, anorganischen Harnbestandtheile an:

Chloride

Die Chloride im Harn, welche als Kochsalz berechnet im Mittel mit ungefähr 15 Grm. in 24 Stunden bei 16—1700 C. C. Harn vom gesunden kräftigen Mann ausgeschieden werden, sind bei reichlicherer Zufuhr natürlich vermehrt. Die Vermehrung bietet aber weniger Interesse, als die Verminderung derselben im Harn.

Vermehrung.

Verminderung.

Die Chloride des Harns sind vermindert, ja bisweilen kaum nachzuweisen

a) weil überhaupt keine Chloride resorbirt wurden. Ein an Chloriden verarmtes Blut wird einen chloridearmen Harn liefern. Inanitionsversuche beweisen diess. In sehr schweren Erkrankungen liegt die Resorption öfters so darnieder, dass nicht einmal die Chloride der Medicamente assimilirt werden (z. B. das Cl der H Cl.) In solchen Fällen, so in Cholera, hochgradigen Typhen, Inanition nach abgelaufenen pathologischen Processen, hat die Verminderung des Kochsalzes im Harn keine specifische Bedeutung, sondern zeigt eben nur das gänzliche Darniederliegen der Resorption an.

b) Die Chloride sind vermindert, weil selbe, obwohl resorbirt und ins Blut übergangen, sich in abnormen Transsudationen erschöpfen.

Es ist ganz richtig, dass die verminderte Zufuhr der Chloride, wie sie durch Krankendiät bewirkt wird, wohl zu berücksichtigen erscheint, aber durch Wasser, Suppe, Medicamente erhält der Kranke immerhin eine stete Zufuhr. Eine auffällige Verminderung der Chloride bemerkt man bei acuter Exsudation und bei einer gewissen Breite der Exsudation vornehmlich in folgenden pathologischen Processen: Pneumonie, Pleuritis, Peritonitis, Pericarditis, Endocarditis, acutem Arthrorheuma, Typhlitis, Perityphlitis, Typhus, Meningitis, acuter Miliartuberculose, Infiltrationsnachschüben bei chronischer Tuberculose.

In der Pneumonie sinken die Chloride schnell und tief schon im Beginn der Exsudation und nehmen erst bei Beendigung derselben wieder zu, welche Zunahme daher mit Recht als günstiges Prognosticon gilt. Heller hat in Band I. seines Archiv's zuerst diese Erscheinung angegeben, überhaupt in Bezug auf die Semiotik der Chloride und der wesentlichen Harnbestandtheile eine grosse Zahl von meist qualitativen aber nicht minder brauchbaren, practisch erhärteten Beobachtungen gemacht, welche hier besonders berücksichtiget sind.

In der Pleuritis vermindern sich die Chloride ziemlich tief, nehmen aber verhältnissmässig rasch wieder zu, wobei freilich das Ende der Exsudation angezeigt, über die Resorption des Exsudates jedoch nichts zu entnehmen ist. Allzurasches Vermindern der Chloride bei Peritonitis, Typhlitis, Perityphlitis, Typhus lässt den Verdacht der allgemeinen Resorptionsunfähigkeit zu; im Typhus vermindern sich die Chloride meist langsam und nehmen ebenso wieder zu. Aehnlich bei Peri- und Endocarditis.

Characteristisch ist jedoch dabei das Verschwinden der Chloride, wenn bei Gelenksrheuma Pericarditis auftritt. Die Chloride im Harn sinken da plötzlich so rasch, dass aus dem Gegensatz zweier Proben, die bei wenig Stunden Unterschied angestellt wurden, auf eine auffällige Veränderung im Krankheitsverlauf zu schliessen ist.

Bei Meningitis vermindern sich die Chloride entsprechend der Breite der Exsudation. Da aber ein

kleineres Exsudat an gefährlicher Stelle viel eingreifender wirken kann, als ein gröseres an einer mindergefährlichen Stelle, so ist hier die Vermindung der Chloride von geringem prognostischen Werth.

Nachschübe bei chronischer Tuberculose zeigen selbstverständlich in Bezug auf Chloride dieselben Erscheinungeu wie eine frische Pneumonie.

Die phosphorsauren Salze des Harns sind in ihrer Semiotik als Erd- und Alcaliphosphate getrennt zu erörtern. Phosphati.

Nach Heller sind die Erdphosphate vermehrt bei Meningitis, überhaupt acuten Gehirnleiden; in Rheumatismen, vermindert in Nierenleiden, Spinalleiden, Neuralgien überhaupt. Im ammoniacalischen Harn finden sich die Erdphosphate selbstverständlich im Sediment. Erdphosphati-Vermehrung. Verminderung.

Die Alcaliphosphate sind vermehrt in jedem Entzündungsharn, besonders in acuten Hirnleiden, in acuten Spinalleiden, vermindert in Neurosen, chronischen Spinalleiden, Nierenleiden. Alkaliphosphati Vermehrung. Verminderung.

Die schwefelsauren Salze des Harns folgen in ihrer Bedeutung zumeist den Alcaliphosphaten. Sulfate.

Unter den normalen organischen Bestandtheilen des Harns, ist das Harnbraun, Urophaëin vermehrt bei Entzündungskrankheiten, am reichsten jedoch bei Leberleiden, selbst bei chronischen. So wird ein Harn bei durch Leberleiden verursachten Ascites eine dunkle Färbung zeigen im Gegensatz zum Ascites der Hydrämie u. s. f. In Neurosen, krampfhaften Zufällen vermindert sich das Urophaëin oft sehr bedeutend. Urophaëin. Vermehrung. Verminderung.

Das Uroxanthin (Harngelb) ist vermehrt und dessen Oxydationsstufen, das Urrhodin und Uroglaucin, bilden sich bei heftigeren Functionsstörung im Rückenmark so z. B. bei jähem Sturz, plötzlichen Erschütterungen u. dgl. in acuten Nierenleiden, in der Cholera Uroxanthin. Vermehrung.

Uroxanthinreiche Harne scheiden nach längerem Stehen und bei alcalischer Gährung ein blaues Sediment (von Uroglaucin) ab, daher die sogenannten blauen Harne. (Cholera — Mb. Brgthi.)

Die Uroxanthinverminderung ist bei der geringen Menge des Uroxanthins überhaupt nicht in Anschlag zu bringen. Verminderung.

Aetherprobe. Täuschungen über das färbende Princip mancher Harnsedimente, Zweifel ob Uroxanthin oder etwa Uroërythrin, Hämatin vorhanden sei, behebt man durch Schütteln von derlei gefärbten Sedimenten mit Aether. Nachdem sich der Aether abgesetzt hat, sieht man ihn roth gefärbt, wenn Uroxanthin resp. Urrhodin vorhanden war, während Uroërythrin und Hämatin den Aether nicht färben.

Harnstoff. Vermehrung. Der Harnstoff ist vermehrt in allen Entzündungskrankheiten, am meisten in acuten Hirnleiden, ferner in Rheumatismen, endlich im Hydrops, wenn durch Diuretica oder spontan viel Harn abgesondert wird, und sich nicht allein der fortwährend erzeugte, sondern auch der angesammelte Harnstoff ausscheidet

Verminderung, Vermindert ist die Ausfuhr des Harnstoffs im Allgemeinen bei neuralgischen Processen, bei chronischen Krankheiten, wo der Stoffwechsel darniederliegt und zugleich die Nierenthätigkeit vermindert ist. Die Harnstoffverminderung ist somit ein brauchbares Unterscheidungssymptom zwischen dem harnstoffreichen Harn bei Rheumatismus und dem harnstoffarmen Harn bei Neuralgie. Nicht minder ist bei Typhus und Meningitis zu bemerken, dass anfangs bei diesen Krankheiten der Harnstoff vermehrt ist, im Typhus jedoch bald sinkt, gegentheilig aber auf gleicher Höhe in der Meningitis bleibt. Da aus verschiedenen Gründen eine alcalische Harngährung eintreten kann, so ist in einem solchen Fall die oft weit vorgehende Zersetzung des Harnstoffs und dessen Umwandlung in kohlensaures Ammoniak zu berücksichtigen.

Harnsäure. Vermehrung. Die Harnsäure folgt in ihrer Vermehrung jener des Harnstoffs; meist bindet selbe sich an Alkalien als harnsaures Natron, harnsaures Ammoniak und da diese Salze in der Kälte schwerer löslich sind, so fallen sie im erkalteten Harn häufig wieder und bilden die sogenannten kritischen gebrochenen Harne, deren Bodensatz man Sedimentum lateritium nennt.

Verminderung. Auch in Bezug auf Verminderung verhält sich die Harnsäure analog dem Harnstoff. Ebenso wie der Harnstoff kann auch die Harnsäure zersetzt und in kohlensäures Ammoniak umgewandelt sein; auch im Sediment

findet man sie als solche oder in Form harnsaurer Salze, so z. B. gemengt mit Erdphosphaten bei Cystitis.

Albumin.

Unter den abnormen Harnbestandtheilen spielt das Albumin die wichtigste Rolle. Albumin tritt im Harn auf:

in Allgemeinleiden bei: Hydrämie. Circulationsstörungen.

1. bei Allgemeinleiden, so bei reiner Hydrämie, wesshalb manche Chlorosen, Anämien, Hydropes Albumin im Harn zeigen, ferner bei Kreislaufstörungen, Herzfehlern, Leberleiden, wo durch die Druckdifferenz eine Eiweissdurchpressung in den Harn erfolgt.

in eigentlichen Nierenleiden, in sympathischen Nierenleiden bei: Phlogosen.

2. Bei Erkrankungen im uropoëtischen System. Wir finden da Albumin in sogenannten sympathischen Nierenleiden, so bei Typhus, Peritonitis, überhaupt bei kräftigen Phlogosen, besonders im Unterleibe, welche alle eine Hyperämie der Niere bedingen. Ferner in sogenannten idiopathischen Nierenleiden, wobei wir Albuminurie, Hämaturie, Pyurie und Hämato-Pyurie getrennt erörtern.

idiopathischen Nierenleiden bei:

Albuminurie.

Albuminurie finden wir bei Morbus Brighti, bei Nephritis, endlich bei Neoplasma renis. Die Bellinischen Cilinder, das Eitersediment bei saurer Reaction, endlich Stückchen vom Neoplasma selbst characterisiren jede dieser einzelnen eiweissführenden Erkrankungen.

Hämaturie.

Hämaturie scheiden wir abermals in eine hämorrhagische capillare Hämaturie, wo sich keine Faserstoffcoagula finden, in eine hämorrhagische vasculäre H., wo sich ein Blutkuchen findet, endlich in eine seröse Hämaturie, wo kein Blutkörperchen wohl aber neben dem Albumin noch Blutfarbstoff vorhanden ist.

H. hämorrhagica capillaris. H. haemorrh. vascularis. H. serosa s. uraemica.

Letztere, wenn sie bei einem specifischen Gewicht über 1020 vorkommt, ist fast immer ein urämisches Symptom. Unter 1020 ist ein Blutkörperchen freier, aber rothgefärbter albuminreicher Harn noch durch Platzen der Blutzellen zu erklären. Ueber 1020 jedoch ist ein solcher Gehalt an Blutfarbstoff im Harn nur zu erklären durch kohlensaures Ammoniak, welches das Hämatosin extrahirt, somit ein specifisch urämisches Symptom.

Die Hämaturie kann intercurrirend auftreten bei allen idiopathischen Nierenleiden, ferner in symptomatischen Nierenleiden, so z. B. in ausgebreiteten Hautlei-

den: Pemphigus, Morbus maculos. Werlhofii, wo stets grosse Nierenhyperämie statthat, endlich bei Urolithiasis.

Pyurie: saure. Pyurie entleert oft mässig Eiweiss. Die saure oder Renalpyurie finden wir bei Pyelitis, Uretherencatarrh. Nephritis, im eitrigen Schmelzungsstadium bei Mb. Brigthi, bei Neoplasmen, Abscessus renum u. s. f.

alkalische. Die alkalische Pyurie zeigt einen Blasencatarrh an, der mit Renalpyurie vereint oder allein für sich, dann aber im eitrigen Stadium befindlich ist.

Hämato-pyurie. Wenn endlich mit dem Eiweiss, welches in Phlogosen der Niere mit dem Eiter abgeht, nicht selten eine gleiche oder grössere Menge Eiweiss bei intercurrirenden capillären oder vasculären Hämaturien im Harn ausgeschieden wird, bezeichnen wir diesen Zustand mit Hämato-Pyurie.

Urate. Die harnsauren Salze, die sogenannten Urate bilden sich ebenso, wie kohlensaures Ammoniak entsteht. Ein Theil des Harnstoffs zersetzt sich, und dessen neugebildetes Ammoniak bildet mit Harnsäure ein Urat.

In der Pneumonie schwinden die im Anfang häufigen Urate mit den Chloriden und pflegen kurz vor den Chloriden wieder zu kommen. In der Pneunomie also ist ein gebrochener Harn (sedimentum lateritium) wirklich meist ein günstiges Vorzeichen, da er das Ende der Exsudation zu verkünden scheint; im Typhus und andern Phlagosen hingegen kommt ihm keine Bedeutung zu.

Erdphosphate. (Knochenerde.) Im Harn ist bisweilen eine mehr minder beträchtliche Menge von phosphorsauren Erden nebst etwas kohlensaurem Kalk derart schwach im gelösten Zustand erhalten, dass selbe auf gelindes Erwärmen fällen und bisweilen (siehe Albumin pg. 174) mit Eiweiss verwechselt werden.

Heller gibt an, ein solches Vorkommen von Phosphaten gefunden zu haben bei Arthrorheuma, bei Spinalirritation, Meningitis, überhaupt acuten und chronischen Hirnleiden.

Im acuten Rheuma soll es nicht vorkommen, wohl aber, wenn selbes chronisch geworden.

Traubenzucker. Traubenzucker findet sich im normalen Harn, wie diess Brücke festgestellt hat, in minimer Menge. Er

nimmt zu bei reichlichem Zuckergenuss, ferner bei Galactostase, so z. B. bei der Mastititis der Wöchnerinnen, plötzlichem Absetzen des Kindes, endlich bei Hirnleiden. In grossen Quantitäten tritt er auf bei Diabetes mellitus. Die ungünstige Prognose bei letzterem Leiden ist zu bekannt, um länger hierbei zu verweilen.

Gallenfarbstoffe.

Die Gallenfarbstoffe finden sich nicht allzuselten im Harn, ohne gerade der Ausdruck eines tieferen Leberleidens zu sein. Ist der Ductus choledochus durch was immer für Ursachen (Spasmus, Catarrhus) ganz oder theilweise geschlossen, so tritt Gallenfarbstoff ins Blut und kann somit durch den Harn ausgeschieden werden.

Gallensalze.

Das Auftreten der Gallensalze im Harn haben wir bereits anderweits erörtert. Es bleibt nur hinzuzufügen, dass ein bestimmtes Vorkommen derselben nicht angegeben werden kann; so werden sie bei organischen Leberleiden, bei granulirter Leber, Leberatrophie meist im Harn gefunden.

Blut.

Blut erscheint bisweilen im Harn. Bei der Semiotik des Eiweisses erwähnten wir auch als Quellen desselben der Haematuria haemorrhagica capilaris et vascularis, sowie der Haematuria serosa. Ursache der Blutbeimischung ist entweder ein Steinleiden der Niere oder Blase, wo mechanisch Zerreissung von Gefässen veranlasst wird, oder aber eine heftige Nephritis, wobei Gefässe angenagt wurden, endlich eine hochgradige Cystitis, wobei die Textur der Blase selbst litt (Blasenkrebs).

Bei vollkommener Würdigung des Blutgehaltes im Harn überzeuge man sich nöthigenfalls mittelst Catheter, ob der Harn sauer gelassen wird. Ist dies der Fall, so kann nur mehr von Nierenleiden die Rede sein. Das Microscop trennt dann einfache Nephritis und Urolithiasis, zeigt bei ersterer Eiter und Blutkörperchen, bei letzterer vorzüglich Steinbestandtheile, so z. B. Krystalle von oxalsaurem Kalk, Harnsäure, harnsauren Salzen und dergl.

Kohlensaures Ammoniak.

Kohlensaures Ammoniak kommt meist nur bei Blasencatarrhen neben viel Schleim und Epithelien vor. Doch erscheint es auch ohne weitere Bedeutung in Resorptions-Harnen (somit bei acuten Exsudationen als günstiges Zeichen). Heller fand es in den meisten Spi-

nalaffectionen, in schweren Typhen, endlich in der Urämie. Ausgenommen seltene Fälle, wo es directe aus dem Blut kommen mag, entsteht es immer aus der Zersetzung des Harnstoffes, der sich unter Wasseraufnahme in kohlensaures Ammon umwandelt.

Kohlensaures Natron.

Kohlensaures Natron, abgesehen von seiner künstlichen Einfuhr durch Wein, Obst, Medicamente u. dgl., fand Heller nur in schweren Fällen von Hirnleiden.

Schwefelwasserstoff.

Schwefelwasserstoffgas findet man in sogenannten Resorptionsharnen und leitet es vom Schmelzen der exsudirten Proteïnate her. Kommt es hingegen bei schwerer Cystitis durch Faulen von albuminhaltigem Harn in der Blase selbst zu Stande, so gibt es eine sehr ungünstige Prognose.

Leucin, Tyrosin.

Leucin und Tyrosin wurden bisher in schweren Typhen, in der acuten Leberatrophie, Leucämie (Staedeler, Scherer, Folwarczny) aufgefunden.

In der am Schluss beigefügten Tabelle Nr. 1 finden sich einige der interessanteren pathologischen Procese in ihrer Beziehung zu den Harnbestandtheilen schematisch dargestellt.

Harnsedimente.

Harnsedimente.

Manche Harne enthalten feste, nicht gelöste Stoffe, welche den Harn trübe erscheinen lassen und bei längerem Stehen und Absetzen in passenden Gefässen sich mehr minder rasch zu Boden senken, wobei sich der Harn bisweilen ganz klärt, bisweilen von anderweitig noch suspendirten Körperchen auch fernerhin trübe bleibt. Diese Bodensätze nennen wir Sedimente Sie bilden sich aus dem Harn entweder schon innerhalb der Nieren oder der Blase und veranlassen dann häufig Nieren- und Blasensteine, oder sie bilden sich erst beim Erkalten und Absetzen des Harns ausserhalb der Blase. Die wichtigsten Harnsedimente sind:

Freie Harnsäure.

Harnsedimente von freier Harnsäure, bestehend in den bekannten, vielfach variirenden, gelblichen Krystallen, welche die Murexidprobe geben. Vorausge-

setzt der Harn sei frisch entleert, so deuten derlei Sedimente fast immer auf ein Concrement von Harnsäure.

Wenn ein Harn einige Zeit steht, bei Fiebern selbst nur 2—3 Stunden, so fällt bisweilen freie Harnsäure. Scherer erklärt dies durch Zersetzung der Harnpigmente, hieraus entstammende Milchsäure, welche dann die Harnsäure gleichsam austreibt.

Harnsaure Salze.

Sedimente von Uraten, d. i. saurem, harnsaurem Natron und harnsaurem Ammoniak (sedimenta lateritia), welche theils im wasserarmen Harn bei dessen Abkühlung sich ausscheiden, theils durch eine Art saurer Gährung gefällt werden (Lehmann). Diese Sedimente lösen sich beim Erwärmen oder bei Zusatz eines Tropfens Alcali wieder und zeigen amorphe und krystallinische Gestaltung.

Oxalsaurer Kalk.

Sedimente von oxalsaurem Kalk, erkennbar an der characteristischen, briefcouvertlichen Form der Krystalle des oxalsauren Kalks, kommen nicht allzu selten vor. Ohne gerade immer Symptom einer Lithiasis zu sein, ist doch die Oxalurie wohl zu beachten, und in Verbindung mit andern Symptomen (Eiweissgehalt, Uroxanthinvermehrung) gibt sie gerechtfertigten Verdacht auf einen Nieren- oder Blasenstein.

Cystin.

Sedimente von Cystin (sechsseitige, durchsichtige Krystalle) sind selten und meist mit Lithiasis verbunden.

Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.

Sedimente von phosphorsaurer Ammoniak-magnesia sind immer im alcalischen Harn zu finden. Kommen sie im frischgelassenen Harn vor, so erregen sie Verdacht auf Blasenleiden, Rückenmarksleiden, Diabetes.

Die Krystalle (sargdeckelartiger Form) sind leicht zu erkennen. Mit denselben gemengt oder wohl auch allein kommt ein krystallinisches Pulver oder kugelige Drüsen von phosphorsaurem Kalk vor.

Phosphorsaurer Kalk.

Hassal hält die Ausscheidung von $^3/_3$ dreibasischem phosphorsaurem Kalk für pathologisch bedeutender als jene des Trippelphosphates.

Bisweilen tritt auch kohlensaurer Kalk auf. Microchemisch mit Essigsäure behandelt zeigt er grosse Blasen von freiwerdender Kohlensäure.

Die Sedimente organischer Natur sind meist allsogleich durch das Microscop zu erkennen.

Derlei sind:

Eiterzellen, Schleimzellen.

Eiterzellen, Schleimzellen. Diese beiden Gebilde sind oft schwer zu unterscheiden. Wo Eiter vorhanden ist, dort muss auch Eiweiss nachzuweisen sein. In reinen Blasencatarrhen ist daher die Abwesenheit von Eiweiss im Harn schon an und für sich ein Beweis, dass die fraglichen Zellen Schleimzellen sind.

Eiterprobe.

Frischer Eiter ferner wird mit Alcalien behandelt eigenthümlich zäh, rotzähnlich, während Schleim, derselben Behandlung unterzogen, in viele kleine Klümpchen sich zusammenballt. Eine allenfalsig gleichzeitige Anwesenheit von farblosen Blutzellen im Sediment erschwert die Unterscheidung umsomehr, als diese von den Eiterkörperchen kaum zu sichten sind. Im Allgemeinen ist hier oftmaliges Sehen und Vergleichen das einzige Mittel, um möglichst gut zu unterscheiden.

Der Eitermenge entspricht natürlich eine gewisse Eiweissmenge. Man hat daher bei einem Eiter und Eiweiss führenden Harne stets nach Möglichkeit abzuschätzen, ob mehr Eiweiss, als das dem Eiter entsprechende, vorhanden sei, da eine derlei überwiegende Eiweissmenge nur von einem anderweitigen, meist organischen Nierenleiden herstammt. Man übt sich in der approximativen Beurtheilung der Eiweissmenge am besten, wenn man eine Partie frischen Wundeiters in Wasser suspendirt, mehrere Verdünnungen vorbereitet und nun überall die Eiweissprobe macht, somit sich von der, einer bekannten Menge Eiters entsprechenden Eiweissmenge directe überzeugt.

Blutkörperchen, Pilze, Spermatozoiden, Epithelien, Bellini-Cilinder.

Blutkörperchen, Pilze (Sarcina ventriculi Goodsir), Spermatozoiden, Bellinische Cylinder, Epithelien verschiedener Art können ebenfalls im Sediment vorkommen. In Funke's Atlas der physiologischen Chemie, 2. Auflage, sind vortreffliche Abbildungen der hier erwähnten Sedimente enthalten, und verweisen wir deshalb auf dieses Werk.

Der chemische Nachweis von Harnsäure, Uraten u. s. w. geschieht am besten nach einem bestimmten

Vorgehen, welches wir bei den Harnsteinen zu erörtern haben, und dessen Schema in Tabelle II. enthalten ist.

Harnsteine.

Harnsteine. Bildung der Harnsteine.

In den Nieren und in der Harnblase finden sich bisweilen Ausscheidungen von verschiedenen festen, organischen und anorganischen Stoffen vor, welche im Harn gelöst waren und aus was immer für Ursachen präcipitiren. Werden diese Ausscheidungen nicht im Strom des Harns mitgeschwemmt und durch die Urethra geführt, so nehmen sie durch Ansatz gleichartiger oder anderer Harnbestandtheile an Umfang zu und bilden endlich sogenannte Concretionen, Steine, die wir eintheilen in Nieren-, Blasen-, Präputial-, Vaginal- und Labialsteine.

Die Bedingungen, unter welchen eine Harnconcretion entsteht, sind meist zurückzuführen auf Verminderung der Lösungsmittel, z. B. des Wassers, oder auf Abweichung in den relativen Normalmengen der verschiedenen Harnbestandtheile, endlich auf die Anwesenheit fremder, die Ablagerung manchen Harnbestandtheils veranlassender Körper, so z. B. eines Stückchens Bougie, wo dann durch den fremden Körper eine catarrhalische Affection der Blase entsteht, und die Phosphate vermöge der alcalischen Reaction präcipitirend um den fremden Körper eine Concretion bilden.

Zusammensetzung der Harnsteine.

Die Harnsteine sind sehr verschiedenartig zusammengesetzt. Abgesehen von den einfachen, aus ein und derselben Substanz bestehenden Steinen, zeigen die meisten Concremente verschiedene und abwechselnde Schichtung. Gemeiniglich lagern sich um einen Kern aus Harnsäure, Uraten u. dgl. Schichten von Erdphosphaten oder andern Harnbestandtheilen ab, welche Schichten bald wieder umschlagen in Harnsäure oder ganz neue Körper. Bisweilen erhalten hierdurch die Steine an ihrer Schnittfläche ein schön bandartig gestreiftes Aussehen, welches recht eigentlich der Ausdruck der verschiedenen Ablagerungen ist. Hieraus erhellt, dass man jede Concretion sorgfältig in zwei Theile zersägen muss, um die Sägefläche zu studiren. Man schabe dann vom Kern und der wahrnehmbar getrennten

Schichte genügende Proben ab, um damit Untersuchungen anzustellen. Nur dieses Vorgehen allein, wie Heller mit Recht immer hervorhob, liefert ein für den rationellen Arzt verwendbares Resultat, während eine gewöhnliche quantitative Steinanalyse ohne Berücksichtigung der Schichtung für den Arzt nahezu gleichgültig ist.

Wichtigste Bestandtheile der Harnsteine.

Die Harnsteine enthalten:

Freie Harnsäure.

Harnsaure Salze.

Oxalsauren Kalk (wegen des warzigen, drüsigen Aussehens Maulbeerstein genannt).

Phosphorsaure und kohlensaure Erden.

Xanthin (sehr selten).

Cystin (selten).

Harnfett (Heller's Urostealith, von Moore bestätigt).

Indifferente organische Substanzen, als Schleim, Epithelien, Faserstoffcoagula u. dgl.

Diese Körper sind entweder allein oder in mannigfacher Combination in den Harnsteinen vertreten.

Methode der Untersuchung.

Man untersucht jede Probe des Steinpulvers für sich nach folgendem von Heller angegebenen Vorgehen.

Auf einer Platinspatel wird eine kleine, feingepulverte Menge erhitzt. Sie verbrennt unter Schwärzung oder verbrennt nicht

Verbrennliche Steine. Beim Verbrennen bemerkt man eine Flamme und zwar eine bläuliche, sowie einen Geruch nach Schwefelfett. Die Substanz löst sich in Ammoniak und krystallisirt aus der Lösung in sechsseitigen Tafeln: Cystin.

Cystin.

Man bemerkt eine gelbe, hell anhaltende Flamme, einen Geruch nach Benzoë, Schellak, Ambra. Die Substanz löst sich in Alcohol und Aether: Urostealith.

Urostealith.

Es zeigt sich eine gelbe, hell anhaltende Flamme und ein Geruch nach verbrannten Federn. Die Substanz ist in Aether und Alcohol unlöslich, in Kali durch Hitze löslich und hieraus mit Essigsäure unter

Schwefelwasserstoff-Entwicklung fällbar: Proteïnat (Fibrin). Fibrin.

Beim Verbrennen bemerkt man keine Flamme. Eine Probe des nativen Pulvers wird mit Salpetersäure erwärmt, nahe zur Trockene gebracht und mit Ammoniak versetzt. Es tritt karminrothe Farbe (Murexyd) und bei weiterer Behandlung mit Kali violette Färbung auf oder nicht. Gelingt die Murexydprobe, so versetzt man eine neue Probe des nativen Pulvers in einem Schälchen mit etwas Kali. Es entwickelt sich Ammoniak, rothes feuchtes Lacmuspapier wird gebläut. Der Stein enthält harnsaures Ammoniak. Urate.

Es entwickelt sich kein Ammoniak. Der Stein enthält freie Harnsäure. Harnsäure.

Die Murexydprobe gelingt nicht, das Pulver ist in Salpetersäure mit goldgelber Farbe löslich und wird mit Ammoniak orange: Xanthin. Xanthin.

Unverbrennliche Steine Das native Pulver mit concentrirter Salzsäure in Contact braust auf: kohlensaurer Kalk. Kohlensaurer Kalk.

Es braust nicht auf. Eine Probe am Platinblech vorsichtig erhitzt, verglimmt rasch und braust hierauf mit Salzsäure (C_2 O_3 nimmt O_1 auf und wird zu CO_2): Oxalsaurer Kalk. Oxalsaurer Kalk.

Eine native Probe des weder vor noch nach dem Erhitzen mit HCl brausenden Pulvers gibt mit Kalilauge befeuchtet Ammoniak, ist in Essig- und Salzsäure löslich und fällt hieraus durch Ammoniak krystallinisch (Sternchen, Kreuzchen, Nadeln): phosphorsaure Ammoniak-Magnesia. Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.

Durch Kali-Zusatz wird kein Ammoniak (oder doch nur Spuren) frei. In der essigsauren oder salzsauren Lösung gibt Ammoniak eine amorphe Fällung: $^3/_3$ dreibasisch phosphorsaurer Kalk. Phosphorsauerer Kalk.

Hierzu Tabelle II.

Nach demselben Vorgang untersuche man auch die Harnsedimente.

Gemengte Steine und Sedimente geben selbstverständlich mehrere der obgenannten Reactionen, und ist es desshalb zu empfehlen, alle angegebenen Proben zu machen.

Prostatasteine sind microchemisch mit Jodlösung und Schwefelsäure zu untersuchen auf amyloide Substanz.

Quantitative Steinanalyse.

Quantitative Steinanalysen fallen grösstentheils ins Bereich der Aschenanalyse und sind für den Arzt von wenigem Belang. Man wiegt eine geringe Menge der fein gepulverten Concretion, trocknet, wägt abermals und bestimmt so den Gehalt an Wasser und fester Substanz. Das Pulver in heisses Wasser eingetragen kocht man einige Zeit und filtrirt.

Im Filtrat fällt man mit Salzsäure die Harnsäure in 12—24 Stunden aus, sammelt selbe am gewogenen, getrockneten Filter und wiegt selbe. Das Filtrat von der Harnsäure wird mit Ammoniak versetzt, und nach einiger Zeit scheidet sich die phosphorsaure Magnesia als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia ab, welche Substanz abermals auf einem gewogenen, getrockneten Filter gesammelt und im Platintiegel geglüht und gewogen wird.

Die im kochenden Wasser nicht löslichen Stoffe löst man in verdünnter Salzsäure, lässt stehen, um etwaige Harnsäure abzuscheiden; man filtrirt diese ab und verfährt mit dem salzsauren Filtrat wie bei einer Aschenanalyse.

Cystinsteine, welche ja ohnediess beinahe nur aus Cystin bestehen, extrahirt man mit Ammoniak und gewinnt das Cystin durch Verjagen des Ammoniak.

Oxalsaurer Kalk wird als kohlensaurer Kalk bestimmt.

Anschliessend an die Harnsteine erwähnen wir hier der Prostata-, Speichel-, Nasen-, Bronchial- und Darmsteine. Diese Concretionen bestehen meist aus phosphorsauren und kohlensauren Erden, und enthalten nebstbei: Schleim, Epithelien, Albumionide, Fett u. s. w. Man zieht selbe behufs ihrer Analyse mit Wasser, Alcohol und Aether aus, glüht und analysirt den Glührückstand wie bei Harnconcretionen.

Anhang.

Harnbereitung.

Harnbereitung.

Vor nicht zu langer Zeit hielt man die Harnbestandtheile und ihre Summe, den Harn, für das eigentliche

Product der Nierenthätigkeit. Als man aber die Bestandtheile des Harns im Blut auffand und die Experimentalphysiologie sich der Sache etwas näher annahm, wurde die Function der Nieren klarer erkannt. Die Nieren, ohne wie die Leber Galle zu bilden, sammeln nur die verschiedenen Harnbestandtheile aus dem Blut, bringen sie in ein characteristisches, vom Blut abweichendes Mengenverhältniss und bildet so die Harnflüssigkeit, welche anderweitige, im Blut vorhandene Stoffe, z. B. Albumin, unter normalen Verhältnissen nicht überkommt. Es ist somit den Nieren allerdings eine eigenthümliche Thätigkeit nicht abzusprechen, wohl aber ergeben sich bei einer eingehenden Würdigung dieser Thätigkeit gewisse Fragen, deren Beantwortung die Experimentalphysiologie, wie erwähnt, zum Theil mit gutem Erfolg unternahm.

Warum treten nur gewisse Blutbestandtheile in den Harn über, warum nicht alle? wie verhalten sich die verschiedenen Formelemente der Niere hierbei? wie wirken hier chemische und physicalische Verhältnisse, wie wirken die Capillaren und die Nerven auf den sich bildenden Harn? wie endlich verhält sich der Harn bei wechselnder Constitution des Blutes?

Man erkannte nun experimentell:

Die Wandungen zahlreicher Capillaren sind unter normalen Verhältnissen für Albuminate und Fette impermeabel; die Glomeruli der Nieren sind die eigentlich Harn bildenden Organe; der Unterschied der Spannung zwischen Blut und Harn in der Niere findet immer seinen Ausdruck im Harn, theils in der Gesammtmenge des ausgeschiedenen Harns, theils in dessen veränderter Zusammensetzung.

Veränderte Nerventhätigkeit wirkt auf die Constitution des Harns. (Claude Bernard's artificieller Diabetes bei Verletzung des 4. Hirnventrikels.) Die veränderte Beschaffenheit des Blutes endlich wirkt massgebend auf die Beschaffenheit des Harns.

Gestützt auf die Arbeiten der Physiologen, bildeten sich eine Reihe von Theorien der eigentlichen Harnbildung, welche in physiologischen Handbüchern mehr minder ausführlich erörtert werden. Wir begnügen

Ludwig's Theorie

uns die derzeit beste, weil den Thatsachen am meisten entsprechende Hypothese C. Ludwig's hier anzuführen.

Die Wandungen der Nierencapillaren sind endosmotisch impermeabel für eiweissartige Stoffe und Fette. Der Blutdruck nun, der auf der innern Fläche der Gefässe eines Glomerulus ruht, treibt das gesammte Blutserum, weniger Albuminate, Fette und deren Salze, durch die Blutgefässwandungen, in das Lumen der Harnkanälchen. Die hier angelangte Flüssigkeit tritt allmälig durch die Harnkanälchen, und kommt auf diesem Wege in endosmotische Beziehung zu dem concentirten Blut, welches in den Capillaren lauft, die jenseits der Glomeruli die Harnkanälchen umspinnen.

C, Ludwig's Hypothese entspricht den bisher erkannten thatsächlichen Vorgängen in den Nieren, sie gibt jedoch noch immer keine bestimmte Erklärung, warum das Eiweiss nicht in den Harn gelange. Die angezogene Impermeabilität der Nierencapillaren ist derzeit nicht zu beweisen. Heynsiu's Theorie, dass die im Nierengewebe vorhandene Säure das Eindringen des Eiweisses aus dem Blut gänzlich verhindere, ist eben noch Theorie ; es erübrigt somit nur die Ueberzeugung, dass die Nichtfiltration des Eiweisses in die Harnkanälchen durch chemische Vorgänge zu deuten sei; wie denn beispielweise nachgewiesen wurde, dass einige in Wasser lösliche Bestandtheile des Nierenextractes selbst, so: Inosit, Taurin, doch nicht in den Harn übergehen.

Uebergang fremder Stoffe in den Harn.

Heterogene Stoffe gehen in den Harn,

Dem Organismus werden von aussen eine Menge fremder, dem eigentlichen Stoffwechsel nicht zugehöriger Stoffe, so z. B. in Medicamenten, zugeführt. Ein Theil derselben geht unverändert, ein anderer Theil mehr minder metamorphosirt in den Harn über, und ein kleiner Theil endlich verschwindet im Organismus selbst durch chemische Umsetzung gänzlich.

unverändert über

So finden sich Kohlensäure, kohlensaure Salze salpetersaure, chlorsaure Alkalien, Jod und Bromalcali, Wismuth, Arsenik, Antimon, Blei, Kupfer und

Quecksilber, Gold, Zinn, Zink und Chrom unverändert wieder im Harn. Ebenso freie organische Säuren und Basen, als Aepfelsäure, Citronensäure, Oxalsäure, Chinin, Leucin, Harnstoff.

Ganz oder theilweise, chemisch verändert, finden sich im Harn: chemisch verändert über

Freies Jod, als Jodalkali,
Schwefelkalium, als schwefelsaures Kali.
Gerbsäure, als Gallussäure.
Amygdalin, als Ameisensäure.
Benzoësäure
Bittermandelöl } als Hippursäure.
Zimmtsäure

Neutrale, pflanzensaure Alkalien, als kohlensaure Alkalien.

Bei Genuss von Opiaten erscheint Meconsäure im Harn u. s. w.

Endlich verschwinden manche Stoffe gänzlich im Organismus, so: Harze, Campher, Gallensäuren, Alcohol, Aether u. s. w. nicht über

Der Organismus wirkt für alle ihm zugeführten Stoffe als mächtiger Sauerstoffträger, und ist in seiner diesfälligen Wirksamkeit nach Gorup-Besanez' Untersuchungen dem Ozon vergleichbar.

Von allen oberwähnten Stoffen beanspruchen unser Interesse am meisten die im Harn votkommenden Metalle: Arsen, Antimon, Blei, Kupfer, Quecksilber und das Metalloid Jod (in seiner Metamorphose als Jodalkali), ferner die Reactionen auf Chinin, Morphin und Meconsäure (Opium).

Wir benützen beim Nachweis von Arsen, Blei, Kupfer und Quecksilber die Methoden von F. C. Schneider.

Nachweis von Arsen und Antimon.

Man versetzt eine möglichst grosse Menge Harns mit concentrirter Schwefelsäure und dampft im Wasserbad eiu, gibt hierauf etwas reine concentrirte Salpetersäure hinzu, und erhitzt zum Kochen. Man fährt nun mit dem Zusatz der Salpetersäure und dem Erhitzen so lang fort, bis die ganze Flüssigkeit farblos geworden, somit alle organische Substanz zerstört ist. Nun erwärmt Arsen und Antimon.

man im Wasserbad so lange, bis alle Salpetersäure entfernt ist und die rückbleibende salpetersaure freie Flüssigkeit eignet sich zur Anwendung im Marsh'schen Apparat. War auch Antimon im Harn zu vermuthen, so gibt man zu der sehr concentrirten, aber noch Salpetersäure enthaltenden Flüssigkeit etwas Soda, dampft zur Trockene ein, und schmilzt; es bildet sich antimonsaures Natron und arsensaures Natron. Beim Ausziehen mit Wasser bleibt das antimonsaure Natron ungelöst zurück, und die Lösung, welche das arsensaure Natron enthält, wird, um etwa noch vorhandene Salpeter- oder Kohlensäure zu entfernen, mit Schwefelsäure eingedampft, und dann in den Marsh'schen Apparat gebracht.

Blieb wie vorerwähnt ein Rückstand, worin antimonsaures Natron vermuthet wird, so löst man denselben, nachdem er mit lauem Wasser am Filter wohl gewaschen wurde, in Salpetersäure und fällt mit Schwefelwasserstoff das Antimon als orangerothes Schwefelantimon.

Der Marsh'sche Apparat, dessen genauere Erörterung in jedem Lehrbuch der Chemie zu finden ist, besteht der Wesenheit nach aus einer Gasentbindungsflasche, deren Oeffnung mit einem doppeltdurchbohrten Kork verschlossen ist. In die eine Oeffnung ist eine lange bis am Boden der Flasche gehende, nach oben mit einem Trichter versehene Glasröhre, in die andere, eine kleine unterhalb des Korks endende, oberhalb desselben im rechten Winkel gebogene Glasröhre eingepasst, welche mit einem Chlorcalciumrohr in Verbindung steht, an welches eine dünne lange rechtwinkelig gebogene, und in eine feine Spitze ausgehende dritte Glasröhre angepasst ist.

Man gibt nun in die Gasentbindungsflasche reines Zink in Stücken, schliesst die Flasche, und setzt durch das Trichterrohr Wasser und etwas verdünnte reine Schwefelsäure zu. Es entwickelt sich Wasserstoffgas, welches nach einiger Zeit die atmosphärische Luft aus dem Apparat gänzlich austreibt.

Man giesst hierauf die arsenhältige Lösung durch das Trichterrohr in den Apparat, erhitzt die lange, dünne Röhre an einer oder mehreren Stellen bis zum Glühen, und zündet das aus der freien Spitze entweichende Gas

entweder an, oder leitet es in eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd.

An den Röhrentheilen, welche zunächst nach einer glühenden Partie kommen, setzen sich glänzende Metallspiegel von Arsen ab; bringt man ferner an die freien Flammen am Ende der Röhre Porzellanscherben, so schlagen sich ebenfalls Arsenspiegel nieder; endlich reducirt das Arsenwasserstoffgas das Silberoxyd der salpetersauren Silberoxydlösung, und es bildet sich arsenige Säure, welche, wenn man die ganze Flüssigkeit vorher mit Ammoniak vorsichtig neutralisirte, als eigelber Niederschlag von arsenigsaurem Silberoxyd fällt.

Die vom Arsen herrührenden Metallspiegel lassen sich beim Vorrücken der Erhitzungsflamme leicht weitertreiben, und werden dieselben von Chlornatron (durch Einleiten von Chlorgas in kohlensaures Natron gewonnen) sogleich aufgelöst. Endlich geben die Arsenspiegel beim Erhitzen und Verflüchtigen derselben den characteristischen, knoblauchartigen Geruch.

Antimonige oder Antimon-Säure, in den Marsh' schen Apparat gebracht, gibt auch Metallspiegel, desoxydirt ebenfalls Silber, aber Ammoniak erzeugt in der Silberlösung bei alleiniger Gegenwart von Antimon keinen eigelben Niederschlag. Die Antimonspiegel lassen sich nicht durch die Flamme vorrücken, und die Antimonflecken werden weder durch Chlornatron gelöst, noch verbreiten sie den eigenthümlichen Knoblauchgeruch des verdampfenden Arsens. Antimon.

Nachweis von Kupfer.

Hat die directe Anwendung der empfindlichsten Reagentien auf Kupfer ein negatives Resultat gegeben, so versetzt man eine möglichst grosse Menge Harn mit etwas Salpeter, dampft zur Trockene ein, und erhitzt sodann bis nahe zum Verglimmen. Man lässt die Masse erkalten, pulverisirt selbe in einer Reibschale, und trägt sie portionenweise in einen erhitzten Porzellantiegel, der eine kleine Menge schmelzenden Salpeters enthält, ein. Um Verluste zu vermeiden, muss der Tiegel geräumig sein, schief in dem Glühraum gestellt und während Kupfer.

des Verglühens der eingetragenen Masse sorgfältig bedeckt sein. Die verglühte Schmelze wird nach dem Erkalten mit concentrirter Schwefelsäure versetzt, und hierauf so lange erhitzt, bis alle Salpetersäure verflüchtigt ist. Man nimmt dann Alles in Wasser auf, und stellt die electrolytische Probe an. Als negativer Pol dient ein sorgfältig gescheuerter, aus der Flüssigkeit nicht herausragender Eisenstab, als positiver ein Platinblech. Die Verbindung zwischen der galvanischen Säule und den Polen muss mittelst Platindrähten hergestellt sein.

War Kupfer im Harn vorhanden gewesen, so wird sich der Eisenstab mit einer entsprechenden Kupferschichte überziehen.

Bechamp hat (Annal. d' Hyg. etc. de med. leg. Jan. 1860) eine eigenthümliche Untersuchungsmethode auf Kupfer angegeben.

Nachweis von Blei.

Blei.

Man bedenke vor Allem, dass das Bleioxyd Porzellangefässe, das metallische Blei Platingefässe angreife, endlich dass Chlorblei bei stärkerer Glühhitze flüchtig sei.

Man versetzt daher, um diesen Uebelständen möglichst auszuweichen, den ziemlich stark concentrirten Harn mit concentrirter Schwefelsäure, erwärmt, setzt portionenweise concentrirte Salpetersäure zu, erhitzt bis zur Trockene. Man bringt die Menge hierauf in einen wohlbedeckten Tiegel, glüht etwas, um das schwefelsaure Bleioxyd in Schwefelblei zu verwandeln, und lässt dann erkalten. Man kocht hierauf mit verdünnter Salpetersäure aus, verdunstet die erhaltene Lösung zur Trockene, löst in Wasser und leitet Schwefelwasserstoff ein. Der etwa erhaltene Niederschlag von Schwefelblei wird unter Zusatz von Soda mit dem Löthrohr auf der Kohle reducirt. Die Kohle kocht man mit Salpetersäure aus, befeuchtet sie mit Schwefelsäure, und glüht selbe in Platintiegel bis völligen Veräscherung, und prüft den Rückstand nach gewöhnlichem analytischem Vorgang auf Blei.

A. Gusserow wies Blei auf elektrolytischem Weg nach. (Archiv f. pathol. Anatom. Bd. 21 p. 444.)

Nachweis von Quecksilber.

(F. C. Schneider. Ueber das chemische und electrolytische Verhalten des Quecksilbers. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaft zu Wien. Bd. XL, S. 239 J. 1860.)

Man sammelt eine möglichst grosse Menge des zu untersuchenden Harns, und löst in selben etwas chlorsaures Kali (ungefähr 5 Gramm auf 1 Litre Harn). Man fügt dann allmälig verdünnte Chlorwasserstoffsäure bis zur stark sauren Reaction hinzu, und dampft langsam ab. Stellt sich hierbei eine dunkle Färbung ein, so gibt man abermals chlorsaures Kali zu, erwärmt aber wieder so lange bis dasselbe sowie die verdünnte Salzsäure keine bleibende Wirkung auf die Farbstoffe mehr zeigen. Man setzt das Eindampfen bis auf $^1/_{10}$ höchstens bis auf $^1/_6$ des ursprünglichen Volums fort um nicht zu salzreiche Lösungen zu erhalten, welche der Electrolyse weniger günstig sind. Ist der Harn in Folgn arzneilicher Beeinflussung sehr reich an Jodkalium, so verdunste man einen derartigen Harn vorerst unter Zusatz von salpetriger Säure hältiger Schwefelsäure bis zur völligen Entfernung des Jod.

Schneider benützt zum electrolytischen Versuch selbst eine Smee'sche Säule von 6 Elementen, deren Anode aus einem 4 Centim. langen und 1 Centim. breiten Platinblech, deren Cathode aus einem Golddraht von 1 Millim. Dicke besteht, welcher in ein keulenförmig verdicktes Ende von 2 Millim. Durchmesser ausläuft. Der Leitungsdraht ist gleichfalls von Gold; die Electrolyse wird in einem mehr breiten, als hohen Gefäss ausgeführt.

Das Goldstäbchen wird (ob es sich nun verquickt oder nicht verquickt) sammt dem zusammengebogenen Leitungsdraht in eine sorgfältig gereinigte Glasröhre gegeben, deren eines Ende zu einer Capillare ausgezogen, deren anderes Ende möglichst weit unter dem Golde zugeschmolzen wird, um Verflüchtigung des Quecksilbers hintanzuhalten. Erhitzt man nun den weiteren, das Gold enthaltenden Theil der Glasröhre zum Glühen, so schlägt sich, falls Quecksilber enthalten war, an dem

kälteren Theil der Röhre ein Anflug nieder, der endlich in die Capillare getrieben werden kann. Man entfernt nun durch Abschmelzen den, das Gold enthaltenden Theil der Röhre dergestalt, dass der capillare Theil, wo der Anflug sitzt, in eine kolbige Erweiterung mit spitz ausgezogenem Ende ausläuft.

Man öffnet nach dem Erkalten dieses Ende durch Aufkneipen, und führt mittelst eines Glasfadens einige Kriställchen von Jod in die Röhre ein, und schmilzt wieder zu. Der Joddampf zieht hierbei in den capillaren Theil der Röhre, und verschwindet, wo er den Anflug trifft. Es erscheinen dafür je nach der Menge des Jods braune, rothe oder gelbe Ringe. Erwärmt man die braunen Ringe sehr vorsichtig, so dampft das Jod von denselben ab, und es bleiben rothe Ringe von Quecksilberjodid zurück. Die rothen sowie die gelben Ringe verflüchtigen sich bei stärkerem Erwärmen, setzen sich aber an den kälteren Stellen alsogleich wieder mit rother Farbe ab, die bisweilen beim Erkalten in Gelb (Quecksilberjodür-Jodid) sich umändert, wenn etwas zu wenig Jod mit dem Glasfaden eingebracht wurde.

Erhält man diese Erscheinungen, so war in der so untersuchten Flüssigkeit jedenfalls Quecksilber enthalten.

Schneider empfiehlt zur quantitativen Ausmittlung die Electrolyse nicht und findet gegen die Fällung als Schwefelquecksilber in der unzulänglichen Zerstörung der organischen Substanzen durch chlorsaures Kali und Salzsäure, einer somit kaum vermeidbaren Vermengung des Schwefelquecksilbers mit organischen Schwefelniederschlägen den einzigen wesentlichen Einwurf.

Behandlung des Harns mit salpetrige Säure hältiger Schwefelsäure dürfte am ersten zum Ziel führen, und sehen wir hierüber einer weiteren Arbeit Schneider's entgegen.

Nachweis von Jod.

Jod.

Das Jod wird im Harn qualitativ nachgewiesen, indem man etwas Harn in einer Eprouvette mit Chloroform, und hierauf mit einer Flüssigkeit versetzt, die aus

1 Theil Nordhauseröl, 2 Theilen rother, rauchender Salpetersäure und 7 Theilen Wasser besteht. Man schüttelt nun: färbt sich das untersinkende Chloroform (anstatt dessen auch Schwefelkohlenstoff genommen werden kann) rosa bis violett, so ist Jod zugegen.

Oder auch: man nimmt gleiche Theile Chlorzink (Murias Zinci cryst.) und Arrowroot (Pfeilwurzelstärke) und kocht das Gemenge mit der zehnfachen Menge Wassers, bis klare Lösung eingetreten ist. Mischt man den Harn mit diesem Jodreagens und wenigen Tropfen des eben vorher beschriebenen Säuregemisches (zum Freimachen des Jods), so tritt noch bei den geringsten Spuren Jod deutliche Bläuung ein (Kletzinsky).

Jodtitrirung.

Quantitativ bestimmt man das Jod im Harn am Besten nach der Methode, welche Kersting in den Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 87, pag. 21, angegeben hat.

Princip.

Princip der Methode. In einer selbst sehr verdünnten Lösung eines Jodmetalles wird das Jod durch Destillation mit Schwefelsäure abgeschieden. Im Destillat scheidet man das Jod durch Zusatz von Palladiumchlorürlösung und etwas Salzsäure bei 60^0 bis 100^0 C. als Jodpalladium ab.

Titreflüssigkeiten.

Jodkaliumlösung. 1,308 Gramm reines, geglühtes, von jodsaurem Kali freies Jodkalium werden gelöst und bis zu 1 Litre verdünnt. 1 C. C. dieser Lösung entspricht 0,001 Gramm Jod.

Palladiumchlorürlösung. 1 Gr. Palladium wird in heissem Königswasser gelöst, die Lösung bei 100^0 C. zur Trockene gebracht, 50 Gramm concentrirte Salzsäure zugefügt und mit Wasser auf 2000 C. verdünnt.

Behufs der Titrirung dieser Lösung bringt man 10 C. C. der zu prüfenden Palladiumlösung mit etwas Wasser in ein Kölbchen von 100—200 C. C. Inhalt, verkorkt selbes und erwärmt es im Wasserbad auf $70—100^0$ C., dann lüftet man den Kork und setzt etwas von der titrirten Jodkaliumlösung zu, schüttelt stark und und erwärmt etwas. Die Flüssigkeit, nachdem sich schwarze Flocken vom Jodpalladium gesenkt haben, wird rasch

klar, und man nimmt hiervon eine kleine Menge in 2 enge Proberöhrchen, welche man etwa bis zu 2 Zoll Höhe füllt. Zu der einen Probe setzt man noch einen Tropfen Jodlösung; tritt eine weitere Bräunung ein, so giesst man beide Proben zur Hauptlösung, setzt etwas Jodkaliumlösung zu und nach gehörigem Schütteln und Erwärmen prüft man, wie angegeben, von Neuem, bis endlich die beiden Proben, trotzdem deren eine mit 1 Tropfen Jodkalium versetzt wird, keinen Unterschied in der Färbung mehr zeigen. Ist man so weit gekommen, so filtrirt man von der Hauptflüssigkeit etwas ab und bringen weder Palladium- noch Jodlösung in je einer Probe angewendet, merkliche Bräunung hervor, so ist das Verfahren beendet. So viel C. C. Jodlösung, als wir verbrauchten (1 C. C. = 0,001 Gramm Jod), soviel mal 0,00042 Gramm Palladium ist in den 10 C. C. Palladiumlösung enthalten. Hätten wir z. B. 12 C. C. der Jodkaliumlösung verbraucht, so wären in 10 C. C. unserer Palladiumlösung genau $12 \times 0{,}00042 = 0{,}00504$ Gr. Palladium enthalten. Somit erfordern 10 C. C. unserer Palladiumlösung genau 12 C. C. der Jodkaliumlösung und hierauf beruht die

Ausführung der Methode.

Ausführung. Man gibt 50 bis 100 C. C. des auf seinen Jodgehalt zu prüfenden Harns in ein Kölbchen, stellt selbes in kaltes Wasser und fügt vorsichtig 20 C. C. reine, jodfreie, concentrirte Schwefelsäure tropfenweise hinzu. Dann bringt man das Kölbchen durch ein langes Glasrohr in Verbindung mit einer Vorlage, sorgt für gute Abkühlung und destillirt so lange, bis sich im Halse des Kölbchens weisse Dämpfe von Schwefelsäure zeigen. Man hat nun alles Jod als Jodwasserstoff im Destillat, aber zugleich eine Verunreinigung desselben mit schwefliger Säure, die vorher oxydirt werden muss. Man gibt zu dem Zweck 1 bis 2 Tropfen Stärkkleister (1 Theil Stärke, $^1/_{10}$ Theil Schwefelsäure, 24 Theile Wasser) zum Destillat, tröpfelt so lange eine gesättigte Chlorkalklösung zu, bis die Flüssigkeit sich blau färbt und vertreibt die blaue Färbung durch 1 bis 2 Tropfen schwachen, schwefligsauren Wassers. Man misst nun das Gesammtvolumen des Destillates,

bringt es in eine Quetschhahnburette und lässt, nachdem man 10 C. C. der Palladiumchlorürlösung in ein Kochgläschen gegeben und erwärmt hat, langsam die jodhaltige Flüssigkeit einfliessen, bis alles Palladium als Jodpalladium verbraucht ist Man erfährt diesen Moment in derselben Weise, wie oben bei der Titrirung der Palladiumlösung angegeben wurde.

Hätten wir nun z. B. von 100 C. C. Harn schliesslich 95 C. C. Destillat erhalten und davon zur vollständigen Fällung der 10 C. C. Palladiumchlorürlösung (welche 0,005 Gramm Palladium enthalten) 12 C. C verbraucht, so ergibt sich der Ansatz:

$$53{,}24 : 126{,}88 = 0{,}005 : x$$

x = Gramm Jod in 12 C. C. des Destillates = 0,0119 Gr.

In 12 C. C. des Destillates sind 0,0119 Gramm Jod enthalten, somit in 95 C. C., d. i. im Gesammtdestillat (entsprechend in 100 C. C. Harn, 0,0942 Gramm Jod.

So umständlich diese Jodbestimmung scheint, so lässt selbe sich doch ziemlich schnell ausführen. Vergleiche: Bunsen, eine volumetrische Methode von allgemeiner Anwendbarkeit, Heidelberg 1854, woselbst ein gleichfalls vortreffliches und sehr genaues Verfahren behufs der Jodbestimmung angegeben ist.

Nachweis von Morphium.

Morphium.

Morphin weist Lefort im Harn nach, indem er selben mit etwas Essigsäure auf $^1/_{10}$ Volumen eindampft, filtrirt und nun directe mit Jodsäure versetzt. Es entsteht sogleich eine leichte rosarothe Färbung von ausgeschiedenem Jod. Neutralisirt man nun vorsichtig die Essigsäure mit Ammoniak, so trübt sich die Flüssigkeit und färbt sich stärker roth. Neubauer bemerkt mit Recht, wie schwierig in einem durch Concentration ohnedies dunkelgefärbten Harn diese sonst so einfache Reaction zu beobachten sei.

Nachweis von Chinin, Morphin und Meconsäure.

Man nimmt hierzu mindestens 1 bis 2 Litre Harn, fällt mit basisch essigsaurem Bleioxyd im geringen Ueberschuss und prüft das Filtrat *a*, sowie den Niederschlag *b*, jedes für sich.

a) Das Filtrat wird mit Schwefelwasserstoffgas gesättiget, vom Schwefelblei abfiltrirt und im Wasserbad zur Trockene gebracht. Den Rückstand verreibt man mit gebrannter Magnesia und erschöpft ihn mit lauem Aether. Der Aether löst Chinin auf und nimmt Morphin nicht auf.

Chinin.

Man verdunstet die ätherische Lösung, nimmt den Rückstand in verdünnter Salzsäure auf und stellt nun die verschiedenen Chininreactionen an. Chlorwasser und Ammon zugesetzt geben eine schön smaragdgrüne Färbung.

Chlorwasser, Ferrocyankaliumlösung und Ammoniak nacheinander in geringer Menge zugesetzt, geben eine tief rothe Färbung u. s. w.

Der mit Aether erschöpfte Rückstand wird mit alcoholischer Kleesäurelösung warm digerirt. Man filtrirt nach dem Erkalten, sättigt das Filtrat mit Kreide, filtrirt und stellt in letzterem Filtrat die Reactionen auf Morphium an. Jodsäure zerlegt sich, sobald man selbe in eine Morphinlösung einträgt, es scheidet sich Jod als dunkelbrauner bis gelbbrauner Niederschlag ab. Stärker wird die Farbe durch vorhergehenden Zusatz von Amylum, wobei das Jod blau als Jodamylum fällt Neutrales Eisenchlorid färbt neutrale Morphinlösung dunkelblau. Im Harn erscheint die Farbe oft unrein und wenig deutlich.

Morphium.

b) Der durch Bleiessig erzeugte Niederschlag wird mit heissem Wasser erschöpfend gewaschen, in ein Glas gespült und mit Schwefelwasserstoffgas zerlegt. Das saure, wässrige, vom Schwefelblei erhaltene Filtrat wird eingedampft, aufgekocht und bis zur vollkommenen Wasserhelle und Entfärbung verdünnt. Erzeugt nun neutrales Eisenchlorid Röthung der Flüssigkeit, welche auf Zusatz von Salzsäure verschwindet, so ist Meconsäure (Opium) vorhanden.

Meconsäure.

Werthe für die Ausscheidungen der einzelnen Harnbestandtheile.

Harntabelle nach Vogel, Kerner, Parkes.

J. Vogel hat aus zahlreichen, an den verschiedensten Individuen angestellten Untersuchungen die Gewichtsmengen der einzelnen Harnbestandtheile zusam-

mengestellt, wie selbe in 24 Stunden vom gesunden, erwachsenen Menschen ausgeschieden werden. Kerner berechnet solche 24stündige Mittelzahlen für ein Kilogramm. Auch Parkes gibt die Ausscheidungszahlen von 1 Kilog. in 24 Stunden an und nimmt hierbei ein durchschnittliches Körpergewicht von 66 Kilogr. an.

Bestandtheile	In 24 Stunden	In 1000 Theilen	Für 1 Kilogram	
			Kerner	Parkes
Harnmenge	1500	1000	20,7	—
Spezifisches Gewicht	1,020	—	—	—
Wasser	1440	960	—	23,000
Feste Stoffe	60	40	—	—
Harnstoff	35	23,3	0,53	0,500
Harnsäure	0,75	0,5	0,01	0,0084
Hippursäure	—	—	—	0,0339
Chlornatrium	16,50	11,0	0,23	—
Phosphorsäure	3,50	2,3	0,05	0,048
Schwefelsäure	2,00	1,3	0,03	0,0305
Phosphorsaurer Kalk	—	—	0,005	—
Phosphorsaure Magnesia	—	—	0,01	—
Erdphosphate insges.	1,20	0,8	0,02	—
Ammonium oxyd.	0,65	0,4	0,01	—
Freie Säure auf Oxalsäure berechnet	3,00	2,0	0,02	0,03—0,04
Farb- u. Extract.-Stoffe	—	—	—	0,151
Kreatin	—	—	—	0,0043
Kreatinin	—	—	—	0,0064

Untersuchung des Blutes.

Literatur: Die mehrfach angezogenen Lehrbücher der physiologischen Chemie von Lehmann, Gorup-Besanez; sorgfältig gesammelt finden sich fast alle einschlägigen Arbeiten in Lehmann's Zoochemie. Die neuere Arbeit Brücke's über Blutgerinnung erwähnten wir bereits im allgemeinen Theil beim Fibrin.

Der Untersuchung des Blutes sensu strictiori schicken wir voraus einen kurzen Abriss der

Chemie des Blutes.

Chemie des Blutes. Eigenschaften.

Das menschliche Blut ist eine Flüssigkeit von hell- bis dunkelkirschrother Farbe, eigenthümlich schwachem Geruch, einem specifischen Gewicht von 1,045—1,075, einer von 34,02° bis 41,3° C. schwankenden Temperatur und einem der Emulsion am nächsten kommenden Lösungszustande.

Formbestandtheile.

Die Bestandtheile des Blutes sind nämlich Wasser und allerlei darin theils gelöste, theils suspendirte Bestandtheile.

Beachten wir das Löslichkeitsmoment als Eintheilungsgrund der Blutbestandtheile, so zerfällt das Blut in das Blutplasma (liquor sanguinis), d. i. eine Flüssigkeit, worin verschiedene Stoffe gelöst sind, und in die suspendirten Formelemente, rothe und farblose Blutkörperchen, sowie Molecularkörnchen.

Wir erwähnen hier, dass die farblosen Blutkörperchen, wovon durchschnittlich 1 bis 2 auf 1000 rothe kommen, in einer Krankheit, welche wir desshalb Leucämie nennen, massenhaft vorkommen.

Chemische Bestandtheile.

Die Normalbestandtheile des Blutes sind:

Wasser, Albumin, Faserstoff, Globulin, Hämatokrystallin, Hämatin (Hematosin), Fette, fettsaure Alcalien,

(Cholesterin, Traubenzucker, Harnstoff, Kreatin, Kreatinin, sämmtlich in sehr geringer Menge), Kali, Natron, Kalk, Magnesia, an Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure und Chlor gebunden, Eisen, Spuren von Mangan, Kieselerde, Sauerstoff-, Stickstoff-, Kohlensäuregas, endlich die sogenannten Extractivstoffe.

Pathologische Bestandtheile.

Pathologische Bestandtheile: Gallensäuren, Gallenfarbstoffe, Ameisen- und Essigsäure, Harnsäure, Sarkin, Glutin, Leucin, Tyrosin, kohlensaures Ammoniak.

Man wies ferner im Blute bisweilen nach:

Milchsäure, Spuren von Metallen (Blei, Kupfer). Von diesen Bestandtheilen gehört der bei weitem grössere Theil dem Blutplasma an. Die Blutkörperchen allein enthalten Globulin, Hämatokrystallin, ein phosphorhaltiges Fett, Hämatin, Eisen und Mangan. Alle übrigen Stoffe sind theils dem Blutplasma eigenthümlich, theils dem Blutplasma und den Blutkörperchen wenn auch in verschiedener Menge, gemeinschaftlich angehörig.

Gerinnung des Blutes.

Das Blut, sei es in der Leiche oder ausserhalb der Gefässwand, geht alsbald eine eigenthümliche Veränderung ein. Der sogenannte Faserstoff wird unlöslich, scheidet sich ab, schliesst hierbei die Blutkörperchen ein und senkt sich mit ihnen als Blutkuchen, während die gelöst bleibenden Bestandtheile mehr minder klar und oft reingelb gefärbt über dem Blutkuchen stehend als Blutserum bezeichnet werden. Blutserum ist somit nichts anders als das um den Faserstoff verminderte Blutplasma.

Wir nennen diesen characteristischen Vorgang die Gerinnung des Blutes.

Brücke's Theorie.

Brücke wies nach, dass in der specifischen Energie der Gefässwände selbst die Ursache liege, warum das Blut innerhalb der Gefässe nicht gerinne.

Schmidts Theorie.

A. Schmidt glaubt in einer eigenen fibrinoplastischen Substanz, deren Natur noch nicht erforscht, deren Wirkung jedoch von den zelligen zu den flüssigen Elementen des Blutes übergehend gedacht werden muss, die Ursache der Gerinnung selbst gefunden zu haben. (Vergleiche hierüber „allgem. Theil Fibrin".)

Der im normalen Blut gleichmässig dunkelroth gefärbte, flache Blutkuchen ist bisweilen an seiner Ober-

fläche ausgehöhlt und gelblichweiss gefärbt. Diese obere weissliche Schichte nennt man Entzündungshaut, Speckhaut, crusta inflammatoria, welche dadurch entsteht, dass der in den oberen Schichten des Blutes gerinnende Faserstoff wenig oder keine Blutkörperchen mehr findet, die er einschliessen könnte, sei es, dass die Blutkörperchen sich besonders schnell gesenkt hätten, sei es, dass der Faserstoff ungewöhnlich langsam geronnen sei. Diese Momente treten nun bei manchen Krankheiten allerdings häufiger ein, aber unter so verschiedenen Bedingungen, dass eine rationelle Semiotik der Speckhaut unmöglich erscheint. Blutkörperchen armes Blut (Chlorose, Graviditas, nach häufigen Venaesectionen) oder albuminarmes Blut (Entzündungskrankheiten), worin die Blutkörperchen relativ schwerer sind, somit schneller sinken, geben meistens eine beträchtliche Speckhaut.

Verhalten des Blutes gegen Reagentien.

Alcohol, Mineralsäuren, Metallsalze, Tanin wirken auf die Albuminate und verwandeln das Blut in einen dicklichen Brei. Chlorgas entfärbt das Blut. In der Kochhitze wandelt sich das Blut, dessen Albuminate gerinnen, ebenfalls in eine dickliche Masse. Aehnlich reagirt das Blutserum. Blutserum stark mit Wasser verdünnt, scheidet nach einiger Zeit flockiges Gerinnsel ab (Serumcaseïn Panum's, Natronalbuminat Lehmann's).

Getrocknetes Blut mit reiner concentrirter Essigsäure gekocht, setzt alsbald ein Sediment von Hämin-Krystallen ab.

Die Blutasche ist vom Gehalt an Eisen roth gefärbt.

Verhalten des Blutes gegen Gase.

Ueber das Verhalten des Blutes gegen die Gase und die Färbung des Blutes sind die Arbeiten von Lothar Meyer, Brücke und Setschenow von Bedeutung, ihre Besprechung jedoch würde die einzuhaltenden Grenzen dieser Schrift überschreiten.

Interessant ist die Erscheinung, dass Antimon- und noch mehr Arsenwasserstoffgas das Blut eigenthümlich okerbraun färben und es unfähig machen hinfort Sauerstoff aufzunehmen. Dieselben Gase zerstören auch die Blutkörperchen.

Kohlenoxydgas verdrängt in einem mit Sauerstoff gesättigten Blut den Sauerstoff im gleichen Volumsverhältniss. Hieraus erklärt sich die giftige Wirkung von Kohlenoxyddämpfen auf den Organismus.

Eine treffliche Bearbeitung der Chemie des Blutes findet sich in Gorup-Besanez's Lehrbuch der physiologischen Chemie 1862.

Qualitative Analyse des Blutes.

Die qualitative Blutanalyse besteht in der Darstellung und Prüfung der Normalbestandtheile, sowie in der Aufsuchung, Darstellung und Prüfung abnormer, pathologischer Blutbestandtheile, deren Nachweis bei Erörterung der einzelnen Stoffe (Milchsäure, Hypoxanthin u. dgl.) bereits abgehandelt wurde. Selbstverständlich ist in fast allen derlei qualitativen Analysen die Analyse des Blutserums als des Mediums, worin die abnormen Stoffe gelöst sind, von besonderer Wichtigkeit.

Qualitative Analyse des Blutserum's und verwandten Flüssigkeiten nach Hoppe.

Für Blutserum, Transsudate, Exsudate, Chylus, Lymphe, gibt Hoppe einen zweckmässigen Gang der qualitativen Untersuchung in seiner „Anleitung zur pathologisch-chemischen Analyse 1858", den wir unter Einem hier einschalten.

Man nehme die zu untersuchenden Flüssigkeiten stets ganz frisch in Arbeit, prüfe deren Reaction, indem man Vorsichtshalber das eingetauchte Stückchen Lacmuspapier vor der Beurtheilung der Reaction mit destillirtem Wasser abspritzt, um nicht durch eine etwaige Färbung der Flüssigkeit und des Lacmuspapieres beirrt zu werden (Röthung durch Hämatin statt durch Säuregehalt), und bestimme hierauf das specifische Gewicht. Letzteres kann nur bei vollkommen klarer, fibrinfreier Flüssigkeit mit dem Aräometer geschehen, sonst bestimme man das specifische Gewicht der beginnenden Fibringerinnung halber stets mit dem Picnometer.

Die Stoffe, welche in genannten Flüssigkeiten etwa zu suchen sind, zerfallen:

Eintheilung der aufzusuchenden Stoffe.

1. in solche, welche spontan gerinnen oder doch beim Kochen und Trocknen unlöslich werden;

2. solche, welche in kochendem Alcohol löslich sind;

3. solche, welche nach vollständigem Trocknen in der Hitze in heissem Wasser löslich, in Alcohol jedoch unlöslich sind.

Die Stoffe ad Nr. 1 sucht man in der unveränderten Flüssigkeit, ad Nr. 2 im Alcoholextract, ad Nr. 3 im heissen Wasserextract.

Untersuchung der unveränderten Flüssigkeit.

Untersuchung der nativen Flüssigkeit.

Man schlägt die Flüssigkeit mit einem Glasstab etwa 10 Minuten. Tritt hierbei Gerinnung auf, so wäscht man die Gerinnsel mit Wasser gut aus, und prüft, ob man es

Fibrin, Syntonin.

mit Fibrin oder Syntonin zu thun hatte.

Tritt auf das Schlagen weder sogleich noch nach 1 bis 2 Tagen Gerinnung ein, so ist die Flüssigkeit frei von Fibrin und man benützt dieselbe sofort zur weiteren Untersuchung.

Mucin.

Man versetzt eine Probe der nativen Flüssigkeit mit Essigsäure im Ueberschuss, schüttelt, und erhält man nun einen flockigen Niederschlag, so besteht er aus Mucin. Man filtrirt den Niederschlag ab, dampft das Filtrat kochend auf ein kleines Volumen ein, und versetzt mit schwefelsaurem Natron. Es fallen die Albuminate.

Eine neue Probe wird zum Kochen erhitzt, und mit Essigsäure vorsichtig sehr schwach angesäuert. Entsteht ein Coagulum, welches sich in einer grösseren

Albumin. Paralbumin.

Menge Essigsäure löst, so ist: Albumin, löst sich das Coagulum in Essigsäure nicht auf: Paralbumin, hat die Vorprobe Albuminate ergeben und findet beim Kochen keine Gerinnung, sondern bloss Trübung statt:

Metalbumin

Metalbumin vorhanden. Bestätigende Reactionen finden sich im allgemeinen Theil bei den betreffenden Körpern angegeben.

Alle diese Coagula reissen die Farbstoffe mit sich.

Gallenfarbstoff. Haematin.

Wird eine Probe der nativen Flüssigkeit mit Salpetersäure versetzt grün, blau, violett, roth, so war Gallenfarbstoff zugegen.

Haematin (Haematosin) findet man durch die bereits mehrfach erwähnte Probe.

Fette gewinnt man durch Abdampfen einer Flüssigkeitsprobe, Trocknen und Extrahiren mit kochendem Alcohol. Fette

Untersuchung des Alcoholextractes.

Das Alcoholextract von Blutserum, Transsudaten u. dgl. kann enthalten: Fette, Seifen, Harnstoff, Ammoniaksalze, Zucker, Gallensäuren, buttersaure, milchsaure, hippursaure Salze, Kreatin, Kreatinin, Leucin, Chlornatrium. Man fertigt das Alcoholextract auf verschiedene Weise an. Untersuchung des Alkoholextraktes. Darstellung desselben.

Die Flüssigkeit, welche bei starkem Albumingehalt vorerst mit Wasser verdünnt wurde, wird zum Kochen erhitzt, sehr schwach sauer gemacht, mit etwas gebranntem Gyps versetzt, hierauf noch etwas gekocht, durch Leinwand filtrirt, und das Filtrat am Wasserbad zur Trockene eingeengt. Das beim Kochen erhaltene Coagulum wird ebenfalls getrocknet, und beide getrocknete Rückstände mit kochendem Alcohol behandelt.

Es eignet sich diese Methode besonders, wo es sich um Nachweis von Zucker, Leucin, Kreatin, Milchsäure handelt.

Vermuthet man Fettsäuren, Seifen, Gallensäuren, so mache man die Flüssigkeit vor dem Erhitzen statt schwach sauer, neutral oder schwach alcalisch, und verfahre dann ganz wie oben angegeben.

Sucht man auf Harnstoff oder Leucin, so ist zu empfehlen, die native Flüssigkeit mit Alcohol reichlich, mit Essigsäure nur in minimer Menge zu versetzen, zu kochen, und heiss zu filtriren. Man verdunstet dann das Filtrat im Wasserbad, und extrahirt den Rückstand mit Alcohol.

Manche sehr leicht zersetzbare Stoffe, werden am zweckmässigsten nachgewiesen, wenn man die zu untersuchende Flüssigkeit mit Essigsäure, neutralisirt und bei einer Temparatur die 40° C. nicht übersteigt, am besten im Vacuum über Schwefelsäure zur Trockene bringt. Man extrahirt dann den gepulverten Rückstand mit heissem Alcohol, und bereitet aus dem Ungelösten das Wasserextract.

Das so gewonnene Alcoholextract wird verdunstet, und der Rückstand mit Aether ausgezogen. Das Aetherextract enthält Fette, bisweilen auch Harnstoff und Ammoniaksalze.

Wird das Aetherextract verdunstet und mit etwas Wasser behandelt, so bleiben die Fette zurück, und Harnstoff wie Ammoniaksalze gehen in Lösung. Mit Platinchlorid weist man Ammoniak microchemisch in bekannter Weise den Harnstoff nach.

Ammoniaksalze.

Harnstoff.

Die abgeschiedenen Fette löst man in wenig Tropfen heissen Alcohols, lässt dann erkalten, und auskrystallisiren. Cholesterin wird alsbald an seinen Tafeln, die übrigen Tropfen oder kugelförmig ausgeschiedenen Fette werden an der, einzelnen Fetten characteristischen Krystallform erkannt.

Cholesterin.

Fette.

Das von Aether nichtgelöste Alcoholextract theilt man in mehrere Proben.

Eine Probe wird nach Trommer oder Böttger auf Zucker untersucht.

Zucker.

Eine weitere Probe versetzt man mit etwas verdünnter Schwefelsäure; es entweichen mit characteristischem Geruch Butter, Baldriansäure u. s. w.

Flüchtige Fettsäuren.

Man schüttelt die saure Flüssigkeit mit Aether, giesst diesen ab, und verdunstet ihn. Es krystallisirt die Hippursäure aus. Im Rückstand prüft man nach angegebener Weise auf Milchsäure.

Hippursäure.

Milchsäure.

Eine weitere Probe wird nach Staedeler und Hoppe's Modificationen der Peterkofer'schen Reaction auf Gallensäuren geprüft.

Gallensäuren.

Eine neue Probe wird verdampft und mit heissem Wasser aufgenommen, filtrirt, und das Filtrat mit concentrirter wässriger Chlorzinklösung mehrere Tage stehen gelassen. Ergibt sich eine Krystallisation, so kann selbe Chlorzinkkreatinin nebst Kreatin sein. Man trocknet den Niederschlag, löst ihn in heissem Wasser, entfernt mit Bleioxydhydrat Zink und Salzsäure, filtrirt, dampft das Filtrat ein, und wäscht den Rückstand mit Alcohol; das Ungelöste ist Kreatin.

Kreatinin.

Kreatin.

Leucin weist man nach durch Fällung der wässrigen Lösung eines Theils des Alcoholextractrückstandes mit Bleizucker.

Nach 24stündigem Stehen entfernt man das Blei durch Schwefelwasserstoff, filtrirt, und verdampft das Filtrat. Leucin krystallisirt da aus. Leucin.

Hat die Flüssigkeit ursprünglich sauer reagirt, so prüfe man auf Bernsteinsäure im Aetherextract des Alcoholrückstandes ; reagirt sie aber alcalisch, so suche man im Wasserextract nach der a. O. angegebenen Methode auf die fragliche Säure. Bernsteinsäure.

Untersuchung des Wasserextractes.

Das Wasserextract kann enthalten: Pyin, Chondrin, Glutin, Tyrosin, Hypoxanthin, harnsaure und bernsteinsaure Salze, anorganische Salze. Untersuchung des Wasserextrakts.

Zur Darstellung des Wasserextractes, verdünnt man Blut und concentrirte Flüssigkeiten, wendet dagegen die mehr wässrigen nativ an. Man kocht unter behutsamen Zusatz von Essigsäure, filtrirt vom geronnenen Albumin, verdampft das Filtrat, extrahirt gut mit Alcohol, und löst endlich das vom Alcohol nicht Gelöste, in heissem Wasser. Darstellung.

Vermuthet man Bernsteinsäure, so versetzt man vorerst mit Gyps, kocht, filtrirt und verfährt wie eben angegeben.

Die heisse wässrige Lösung wird abgedampft, und die Mutterlauge zum Auskrystallisiren gestellt. Meist schiessen zahlreiche Chlornatriumkrystalle an. Man rührt den Krystallbrei mit kaltem Wasser um, und giesst das Gelöste ab. Der Rückstand wird in etwas heissem Wasser gelöst, und bei Seite gestellt, um etwaige Gallertbildung (Chondrin, Glutin) zu beobachten. Man löst wieder in heissem Wasser, und setzt etwas Essigsäure zu. Ein hierbei entstandener Niederschlag wird mit essigsaurem Natron versetzt. Löst er sich so war Chondrin, löst er sich nicht so war Pyin zugegen. Man filtrirt, verdampft, löst abermals in heissem Wasser und gibt etwas Gerbsäure zu. Es fällt Glutin. Ein Theil des durch kaltes Wasser und Alcohol möglichst von den Salzen befreiten Wasserextractrückstandes wird in wenig heissem Wasser gelöst, und zum Krystallisiren gestellt. Tyrosin und Hypoxanthin krystallisiren aus, und werden microchemisch bestimmt. Chondrin. Pyin. Glutin. Tyrosin — Hypoxanthin.

Man gibt zum Wasserextractrückstand etwas Salzsäure, und schüttelt das Gemisch mit Aether. Die ätherische Lösung wird abgegossen, verdunstet, und die anschiessenden Krystalle auf Bernsteinsäure geprüft. Das in Aether Ungelöste wird mittelst der Murexydprobe auf Harnsäure untersucht.

Bernsteinsäure.

Harnsäure.

Um auf Harnsäure directe zu prüfen, empfiehlt Chorrod (Prager Vierteljahresschrift Bd. 70, pag. 30) die Fadenprobe. Man giesse 1—2 Drachmen Serum in ein flaches Glas von 3" Durchmesser und $^1/_3$" Tiefe und setze 6—12 Tropfen mittelstarker Essigsäure zu, legt nun einen zolllangen Leinenfaden am Boden des Apparates, und verdunstet an einem warmen Ort bis das Serum nahezu trocken ist. Es findet sich dann die Harnsäure am Faden.

Eine qualitative Untersuchung der neben Serum dem Blute angehörigen Bestandtheile kann nur eine microscopische sein, welche sich mit Formelementen (weissen Blutkörperchen u. dgl.) zu befassen hat.

Wir erwähnen, der Wichtigkeit des Gegenstandes halber, hier noch ausführlicher den Nachweis des Ammoniak's im Blut.

Vermuthet man z B. bei Urämie, Typhus u. a. kohlensaures Ammoniak im Blut, so bringt man eine Quantität frischgelassenen Blutes (nie Leichenblut) auf's 4fache mit Wasser verdünnt, in ein Kölbchen, dessen Korkverschluss von einer kurzen Glasröhre durchsetzt ist, in welcher sich angefeuchtetes rothes Lacmuspapier befindet. Erwärmt man nun unter fortwährendem Bewegen, um das Anbrennen des gerinnenden Albumins sicher zu vermeiden, so wird das kohlensaure Ammoniak entweichen, und das rothe Lacmuspapier blau färben.

Quantitative Analyse des Blutes.

Die quantitative Analyse des Blutes unterliegt grossen Schwierigkeiten. Den Physiologen und Pathologen ist mit einer Bearbeitung des Blutes, als Gesammtmenge, wenig gedient.

Beide fordern mit Recht eine gesonderte Analyse der flüssigen, gelösten Bestandtheile einerseits und der hierin suspendirten Formelemente anderseits.

Die Methoden der Analyse sind somit je näher sie dieser Aufgabe kommen, desto vollkommener, aber auch desto schwieriger.

Methode Hoppe's

Hoppe gab in letzterer Zeit eine Untersuchungsmethode an, welche principiell die beste, in der Ausführung jedoch auf bedeutende Schwierigkeiten stösst. Seine Methode beruht auf der Möglichkeit, die Gerinnung des Faserstoffes so lange zu hindern, bis wenigstens ein Theil der Blutkörperchen sich gesenkt habe, somit die obere Schichte eines solchen Blutes als reines Blutplasma zu betrachten, und sorgfältig abgehoben zur Analyse zu verwenden wäre.

Man schlägt nun das aus einer Partie Blutes gewonnene Plasma mit einem Quirl, lässt gerinnen, und bestimmt den Fibringehalt des Plasma.

Aus einer Partie Blut gewinnt man durch Schlagen mit dem Quirl gleichfalls das Fibrin, bestimmt es und kennt nun den Fibringehalt des Gesammtblutes.

Die Portion Blut, von welcher das Plasma abgehoben wurde, lässt man vollständig gerinnen, giesst das klare Serum ab, und bestimmt hierin den Gehalt an Albumin, Etractivstoffen, anorganischen Stoffen u. s. w.

Wir kennen also den Gehalt des Gesammtblutes an Fibrin, ferner den Gehalt des Serum an Albumin, Salzen, u. dgl. und setzen nun beispielweise die Rechnung an:

Berechnung.

60 Gramm Blut geben 0,42 Gramm, trockenes Fibrin; 20 Gramm Blutplasma geben 0,22 Gramm trockenes Fibrin.

Fibrin des Plasma		Fibrin des Blutes		Plasma	
0,22	:	0,42	=	20	: x

x = Plasma entsprechend 0,42 Gramm Fibrin = Plasma von 60 Gramm Blut = 38,1

60 Gramm Blut enthalten somit 38,1 Grm. Plasma, und 21,9 Gramm feuchte Blutzellen, und 1000 Gramm Blut: 635 Gramm Plasma und 365 Gramm feuchte Blutzellen.

Da nun das Plasma = ist Serum + Fibrin, so stellt man die Analyse des Serums mit der Gewichtsbestimmung des Fibrins zusammen, und erhält so die Zusammensetzung des Plasma.

1000 Gramm Blutes enthalten z. B. x Gramm Plasma, mit y Gramm Fibrin, somit ist das Serum von 1000 Gramm Blut = x — y. Aus der Analyse einer Serumpartie desselben Blutes kennt man bereits den Gehalt an Albumin u. s. w., und berechnet hieraus leicht wie viel 1000 Gramm Blut Plasma, Fibrin, Serum und darin Albumin, Salze u. s. w. enthalten.

Das defibrinirte Blut wurde gleichfalls analysirt, und dann berechnet wie viel zu einer gewissen Portion defibrinirten Blutes Fibrin gehört, um vollständiges Blut zu geben. Nun berechnet man den festen Rückstand, Albumin, Salze u. s. w. dieses zum Gesammtblut ergänzten Blutes. Vergleicht man nun alle hier erhaltenen dem Gesammtblut entsprechenden Werthe mit den für das Plasma erhaltenen Zahlen, so ergibt der Unterschied eine neue Reihe von Werthen für den festen Rückstand, den Gehalt an Albumin, Salzen u. s. w. und zwar der Blutzellen.

Alles hier Gesagte gilt nur für den Fall, als es gelingt reines Plasma zu erhalten, somit den Fibringehalt des Plasma zu bestimmen.

Gelingt dies nicht, so ist auch die sonst ausgezeichnete Methode Hoppe's nicht anwendbar.

Methode C. Schmidt's.

Die Methode von C. Schmidt bemüht sich gleichfalls die feuchten Blutkörperchen und das Plasma (Intercellularflüssigkeit) jedes an und für sich zu berücksichtigen. Die Methode ist eine indirecte, und sie basirt auf einer Voraussetzung und daraus gefolgerten Berechnung.

C. Schmidt setzt voraus, dass die trockenen Blutkörperchen in einem ziemlich constanten Verhältniss zu den frischen, feuchten Blutzellen stehen, sowie die festen Stoffe des Serums sich constant zu den festen Stoffen des Blutkuchens verhalten. Er gibt dieses Verhältniss des Gewichts der trockenen und feuchten Blutkörperchen nach sorgfältigen microchemischen Arbeiten wie 1 zu 4 an.

Die chemische Methode ist fast gleich jener zunächst zu erwähnenden von Scherer, nur ist die Berechnung eine andere.

Man nimmt nur 2 Portionen Blut in Cylindergläsern auf, schlägt die eine Portion, defibrinirt, und lässt beide Portionen an einem kühlen Ort so lange stehen, bis im Cylinder A der fibrinfreien Portion die Blutkörperchen nicht mehr weiter sinken, und im Cylinder B das unberührte Blut vollkommen geronnen ist.

Im Cylinder A hebt man das Serum mit einer Pipette genau ab; das Gewicht des leeren Cylinders und des mit fibrinfreien Blut gefüllten Cylinders ist bekannt; eine neuerliche Wägung gibt somit den Verlust respect. das Gewicht des abgehobenen Serum's an, sowie das Gewicht des Rückstandes: der Blutkörperchen + anklebendem Serum d. i. des sogenannten Blutkörperchensedimentes.

Im Cylinder B bestimmt man das Gewicht des Gesammtblutes, des Serums und des Blutkuchens.

Man analysirt nun Serum, und Blutkuchen (Blutkörperchensediment) getrennt.

Eigenthümlich ist hierbei die Bestimmung der Blutkörperchen und des Serums.

Man kennt bereits den Wassergehalt und festen Rückstand des Serums den Faserstoffgehalt des Blutes und den Wassergehalt des Blutkörperchensediments oder des Blutkuchens. Unbekannt sind: Gewicht der Blutkörperchen und Gewicht des Rückstandes der Partie Serum, welche den sedimentirten Blutkörperchen, oder dem Blutkuchen anklebte. Ist nun a = dem Wassergehalt des Serums, b = dem Rückstande des Serums und a' = dem Wassergehalt des Blutkuchens, so ist $\frac{b \times a'}{a} = x$ d. h. = dem Serumrückstand des Blutkuchens. Zieht man nun vom Gewichte des Blutkuchens ab: das Gewicht des ihm entsprechenden Faserstoffes, sowie das eben als x gefundene Gewicht des ihm entsprechenden Serumrückstandes, so bleiben als Differenz der sogenannten trockenen Blutkörperchen, welche nach Schmidt mit 4 multiplicirt das Gewicht der frischen Blutzellen geben. Nimmt man zur Arbeit statt des Blutkuchens vom Cylinder B das Blutkörperchensediment vom Cylinder A, so hat man von dem Ge-

wicht des getrockneten Sediments nur x abzuziehen, und den Unterschied mit 4 zu multipliciren.

Addirt man ferner zu dem spontan sich abscheidenden Serum das Serum des Blutkörperchen-Sediments oder Blutkuchens (Sediment — feuchte Blutkörperchen oder Blutkuchen — Faserstoff und feuchte Blutzellen), so berechnet man leicht die Gesammtmenge des Serums in z. B. 1000 Theilen Blut.

Gesetzt wir hätten bei einer Analyse gefunden:

1000 Gramm Blut enthalten:

3,93 Fibrin
280,11 Serum
715,96 Blutzellen + Serum (Blutkörperchen-Sediment).

715,96 Gramm Blutkörperchensediment enthalten:

181,83 Rückstand
534,13 Wasser.

1000 Gramm Serum enthalten:

91,16 Rückstand
908,84 Wasser.

Wenn nun 1000 Gramm Serum 91,16 Gramm Rückstand haben, so enthalten 280,11 Gramm Serum 25,53 Gramm Rückstand und 254,58 Wasser. Nun verhält sich:

254,58 : 25,53 = 534,13 : x

x = 53,57 = Serumrückstand des Rückstandes von Blutzellen + Serum

181,83 Rückstand von Blutkörperchen + Serum
53,57 Rückstand von Serum
128,26 trockener Rückstand der Blutkörperchen
(128,26) 4 = 513,04 Gramm feuchte Blutzellen.

In 1000 Gramm Blut betrugen:

Blutzellen + Serum = 715,96 Gramm.
Davon ab feuchte Blutz. = 513,04 „
Eingeschlossenes Serum = 202,92 Gramm.
Hierzu abgesch. Serum = 280.11 „
Gesammt-Serum = 483,03 Gramm.

1000 Gramm Blut enthalten somit:

Faserstoff 3,93 Gramm.

Serum 483,03 Gramm.
feuchte Blutz. 513,04 „
oder
feuchte Blutz. 513,04 Gramm
Plasma 486,96 „

Noch kennen wir die Methoden von Bequerel-Rodier, Figuier-Dumas und Scherer. Der Vorgang derselben ist insoferne etwas mangelhaft, als hierbei auf die Vertheilung der Blutbestandtheile an Plasma und an Intercellularflüssigkeit keine Rücksicht genommen und nur die Analyse des Gesammtblutes berücksichtiget ist.

Methode von Figuier und Dumas.

Die Methode von Becquerel und Rodier ist derzeit als ein überwundener Standpunct zu betrachten. Figuier und Dumas versetzen das Blut mit Glaubersalz filtriren und waschen die nunmehr am Filter rückständigen Blutkörperchen so lange mit Glaubersalz aus, bis ein Tropfen des Filtrats, geglüht sich nicht mehr schwärzt.

Man bringt nun das Filter in eine Schale mit lauem Wasser und löst langsam, macht schwach sauer, coagulirt dann die Lösung im Kochen, trocknet und wiegt das Coagulum, d. i. die coagulablen Bestandtheile der Blutkörperchen. Nachdem auf diese Weise die Blutkörperchen bestimmt wurden, verfährt man ebenso wie nach der Scherer'schen Methode.

Die rasche Zersetzbarkeit der Blutzellen, die Schwierigkeit der Ausführung u. s. w., machen auch die Methode Figuier-Dumas wenig empfehlenswerth.

Methode von Scherer.

Zu Gesammtanalysen eignet sich vorzüglich die Methode Scherer's.

Man benöthiget hierzu:

Apparate.

Zwei kleine mit Glasplatten zu bedeckende Glascylinder.

Mehrere grosse Glascylinder, Kölbchen und Kolben.

Porcellanschalen und Glühtiegel.

Uhrgläser, Glasstäbe, Lampen, Filtra, einen viereckigen Leinwandlappen, Bindfaden, Luft- und Wasserbad.

Das Blut (wie es dem Gefäss entströmt) wird in zwei kleine Cylinder gefüllt; man bedeckt dieselben hier-

auf mit Glasplatten, um die Verdunstung hintanzuhalten und wartet die vollständige Gerinnung ab.

Durch vorsichtiges Trennen des am Cylinderrand anklebenden Blutkuchens mittelst eines dünnen, scharfen Messers befördert man die Zusammenziehung des Blutkuchens und erhält eine vollständigere Abscheidung des Serums.

Die Untersuchung zerfällt in die Analyse des Serums und jene des Gesammtblutes.

Analyse des Serums.

Analyse des Serums.

Man giesst aus dem einen Cylinder das Serum vorsichtig ab und theilt es in 2 Portionen: A und B.

Portion A. Man bringt diese Portion in ein vorher gewogenes Porcellanglühschälchen, wiegt und erfährt das Gewicht der Serumportion A. Hierauf trocknet man die Flüssigkeit im Sandbad vorsichtig ein und fährt hiermit im Luftbad bei 100—110° C. so lange fort, als das Gewicht noch abnimmt. Nach neuerlicher Wägung erhitzt man das Schälchen sammt Inhalt auf einer Berzelius'schen oder einer Gaslampe langsam stärker bis zur Glühhitze und wiegt, nachdem alle Kohlen verbrannt und das Schälchen gut abgekühlt ist, aufs Neue.

Man erhält so die Werthe für eine Portion Serum, dessen Gehalt an Wasser, festen Stoffen und feuerbeständigen Salzen.

Portion B. Die ganze Menge oder doch mindestens 5—6 Gramm des Serums werden genau abgewogen, indem man hierbei ein Gläschen von bekanntem Gewicht anwendet und durch Subtraction den Werth für das in Arbeit genommene Serum erhält. Man erhitzt nun in einer mässig grossen Porcellanschale etwa 20—30 Gramm destillirtes Wasser zum Kochen, giesst das abgewogene Serum vorsichtig zu, wäscht das Gläschen mit kleinen Mengen Wassers mehrmals nach und erhält die ganze Flüssigkeit noch einige Minuten kochend. Hierauf spritzt man 1 bis 2 Tröpfchen Essigsäure mit einem Glastabe in die Schale und wartet nun die vollständige Gerinnung ab. Es scheidet sich hierbei das Eiweiss in compacten Flocken ab, und das überstehende Wasser ist klar und rein. Ein etwas zu reichlicher Essigsäurezusatz macht die

überstehende Flüssigkeit meist trübe und unfiltrirbar; man hilft sich hier bisweilen durch Zusatz einiger Tropfen von kohlensaurem Ammoniak, ist aber meist bemüssigt, eine neue Portion Serum zu bearbeiten.

Man trennt endlich das Coagulum von der klaren Flüsigkeit durch Filtration, wäscht gut und sammelt Filtrat und Waschwasser. Das Coagulum nimmt man mittelst einer Spatel von Platin oder Glas feucht vom Filter, bringt es auf ein geräumiges Uhrglas, trocknet es im Luftbad bei 110° C., bis es nicht mehr an Gewicht verliert, wiegt es und erhält nach Abzug des Uhrglasgewichtes den Werth für das im Serum befindliche Eiweiss.

Das eben erwähnte Filtrat dampft man ab, bringt den Rückstand in ein Schälchen von bekanntem Gewicht und trocknet im Luftbad bei 110° C. so lange bis das Gewicht constant bleibt. Das Gewicht nach Abzug des Schälchengewichts entspricht den Extractivstoffen und Salzen. Man glüht nun das Schälchen bis zur vollkommenen Verbrennung der Kohle und wiegt, nachdem es gut ausgekühlt ist. Das neuerlich erhaltene Gewicht entspricht nach Abzug des Schälchengewichtes den Salzen.

Vermindert man das bekannte Gewicht der Extractivstoffe und Salze um das letzterhaltene Gewicht der Salze, so bleibt als Differenz das Gewicht der Extractivstoffe. Zieht man ferner von der Gesammtmenge der Salze, welche wir in der Portion A. bestimmten, die jetzt gefundene Menge der löslichen Salze ab, so gibt der Unterschied die Gewichtsmenge der unlöslichen Salze an.

Analyse des Gesammtblutes.

Analyse des Gesammtblutes

Man wägt den zweiten mit Blut gefüllten Cylinder, zieht das Gewicht des Cylinders, welches schon vorher bestimmt wurde, ab und erhält so das Gewicht des in Arbeit genommenen Blutes.

Man spannt nun über eine mittelgrosse, ziemlich tiefbauchige Porcellanschale einen Lappen von mässig feinem Linnen, bringt das gesammte, eben gewogene Blut darauf, bildet nun durch Zusammenfassen der vier

Enden des Lappens eine Art von Säckchen und schnürt den Inhalt mit einem Bindfaden oberhalb des Blutkuchens ab. Knetet man nun diesen neugeformten Beutel vorsichtig mit den Fingern, so läuft vorerst das Serum durch und in die untergestellte Porcellanschale. Man taucht das improvisirte Säckchen zu wiederholten Malen in das abgeflossene Serum und knetet so lange als noch Blutkörperchen innerhalb des Lappens angesammelt sind. Man legt hierauf das Säckchen in destillirtes Wasser und bearbeitet es weiter, bis der Faserstoff innerhalb des Lappens vollkommen weiss geworden ist, breitet dann die Leinwand aus und bringt den reinen, weissen Faserstoff auf ein Uhrglas, indem man etwaige am Linnen haftende Flocken mit einer kleinen Pincette sorgfältig sammelt. Der Faserstoff wird bei 110° im Luftbad getrocknet, gewogen und als solcher in Rechnung gestellt.

Das durch Auspressen des Gesammtblutes erhaltene faserstofffreie Blut theilt man nun in drei Parthien A, B nnd C und verfährt wie folgt:

Parthie A, welche 3—5 Gramm nicht überschreiten soll, wird verwendet, um den Gehalt an Wasser, festen Stoffen und feuerbeständigen Salzen zu bestimmen. Man verfährt hier, wie es bei Bearbeitung der Portion A des Serums angegeben wurde.

Parthie B, welche ebenfalls circa 5 Gramm wiegen kann, wird in kochendes Wasser eingetragen und wie bei Bearbeitung des Serums das Coagulum (= Eiweiss + Blutkörperchen) von der Flüssigkeit (= Extractivstoffe + lösliche Salze) durch Filtriren getrennt.

Feucht vom Filter genommen trocknet und wiegt man das Coagulum und stellt es als Blutkörperchen + Albumin in Rechnung. Im Filtrat werden Extractivstoffe und lösliche Salze nach Vorgang der Serumanalyse bestimmt.

Parthie C, die 6 und auch mehr Gramm betragen mag, wird nach und nach vollständig getrocknet, der Rückstand fein gerieben und gewogen. Dieses Blutpulver übergiesst man nun in einem vollkommen trockenen Kölbchen mit Aether, schüttelt gut und lässt etwas digeriren. Man giesst den Aether ab in ein Cylinderglas, ersetzt ihn durch frischen und fährt damit fort, so lange der

Aether noch etwas aufnimmt. Die ätherischen Auszüge sammelt man in einer gewogenen Schale und verdampft den Aether. Der Rückstand wird gewogen und als Fett in Rechnung gestellt. Als Controlle bringt man das rückständige, vom Aether nicht veränderte Blutpulver auf ein gewogenes Filter, sammelt, trocknet und wiegt. Der Unterschied zwischen dem Gewicht des Blutpulvers vor und nach der Aetherextraction muss mit der gefundenen Gewichtsmenge Fett übereinstimmen.

Berechnung.

Berechnung für Serum.

Analyse des Serums. Wir finden z. B. folgende Werthe:

Portion A. Porcellanglühschälchen = 8,0 Gr.
Schälchen mit Serum = 13,0 „
Gewicht des Serum = 5,0 Gr.

Wasser und feste Stoffe

Nach dem Trocknen: Rückstand + Schälchen = 8,45 Gr.
Schälchen = 8,00 „
Trocknungs-Rückstand = 0,45 Gr.

Nach dem Glühen: Rückstand + Schälchen = 8,05 Gr.
Schälchen = 8,00 „
Glührückstand = 0,05 Gr.

Es verhalten sich nun

$$5 : 1000 = 0{,}45 : x$$

$x = 90$, d. h. 1000 Gramm Serum enthalten 90 Gramm festen Rückstand, somit 910 Gramm Wasser.

Ferner es verhalten sich

$$5 : 1000 = 0{,}05 : x$$

$x = 10$, d. h. 1000 Gramm Serum enthalten 10 Gramm anorganische Salze.

Portion B.

Das Gläschen wiegt = 15,2 Gramm.
Gläschen + Serum = 20,2 „
Serum = 5,0 Gramm.

Uhrglas + Coagulum = 5,68 Gramm.
Uhrglas = 5,30 „
Albumin = 0,38 Gramm.

Albumin.

Serum		Serum		Albumin		
5	:	1000	=	0,38	:	x

x = 76,0, d. h. in 1000 Gramm Serum wird 76,0 Gramm Albumin enthalten sein.

Die vom Coagulum abfiltrirte Flüssigkeit gibt beim Eindampfen einen Rückstand, der + dem Porcellanschälchen = 12,720

Porcellanschälchen = 12,658

Rückstand = 0,062

= Extractivstoffe + Salze. Nach dem Glühen ist das Porcellanschälchen + Rückstand = 12,696

Porcellanschälchen = 12,658

Salze. Glührückstand, d. i. Salze = 0,038

Somit:

Extractivstoffe + Salze = 0,062

Salze = 0,038

Extractivstoffe. Extractivstoffe = 0,024

Serum		Serum		Extractivstoffe		
5	:	1000	=	0,024	:	x

x = 4,8

Serum		Serum		Extractivstoffe		
5	:	1000	=	0,038	:	x

x = 7,6 d. h.

in 1000 Gramm Serum sind 4,8 Gramm Extractivstoffe und 7,6 Gramm lösliche Salze.

Analyse des Gesammtblutes.

Berechnung für das Gesammtblut

Cylinder + Blut = 72,54

Cylinder = 35,34

Blut = 37,20

Getrockneter Faserstoff + Uhrglas = 5,343

Uhrglas = 5,260

Faserstoff = 0,083

37,20	:	1000	=	0,083	:	x

x = 2,23 d. h. in 1000 Gramm Blut sind 2,23 Gramm Faserstoff enthalten.

Faserstoff.

Parthie A.

Porcellanschälchen + fibrinfreies Blut = 15,6

Schälchen = 12,4

fibrinfreies Blut 3,2

Nach gehörigem Trocknen, Wägen, Glühen findet man: Trockenrückstand : 0,696
Glührückstand : 0,036

Es verhalten sich nun:

Fibrinfreies Blut			Rückstand		
3,2	:	1000	=	0,696	: x

x = 217,6, d. h. in 1000 Gramm defibrinirten Blutes sind 217,6 Gramm Rückstand, somit in 1000 Gramm Gesammtblut 217,6 + 2,23 (= Fibrin in 1000 Gramm Blut) = 219,83 Gramm Rückstand und demzufolge 780,17 Gramm Wasser. fester Rückstand und Wasser.

Fibrinfreies Blut			Glührückstand		
3,2	:	1000	=	0,036	: x

x = 11,25, d. h. in 1000 Gramm fibrinfreien Blutes sind 11,25 Gramm anorganische Salze. anorganische Salze.

Parthie B.

Gläschen + defibr. Blut = 22,49
Gläschen = 18,32
defibr. Blut = 4,17

Uhrglas + getrocknetes Coagulum = 6,98
Uhrglas = 6,12
getrocknetes Coagulum = 0,86

Defibrinirtes Blut			getrocknetes Coagulum		
4,17	:	1000	=	0,86	: x

x = 206,2 d. h. in 1000 Gramm defibrinirten Blutes sind 206,2 Gramm Albumin und Blutkörperchen enthalten.

Bei der Analyse des Serums ermittelten wir, dass dessen Wasser sich zu dessen Eiweiss mit 910 : 76 verhält. Wir nehmen an, ebenso verhalte sich der Wassergehalt des Gesammtblutes zum Eiweissgehalte des Gesammtblutes, d. h.

Wasser des Serum		Eiweis des Serum		Wasser des Blutes		Eiweiss des Blutes
910	:	76	=	794,67	:	x

x = 66,36, d. h. in 1000 Gramm Blut sind 66,36 Gramm Eiweiss. Albumin.

Nun Albumin + Blutkörperchen = 206,20
Albumin = 66,36, somit in

Blutzellen. 1000 Gr. Blut Gr. Blutkörperchen = 139,84

Die vom Coagulum abfiltrirte Flüssigkeit gibt abgedampft einen:

Rückstand + Schälchen 12,260
Schälchen 12,201

Extractivstoffe. Extractivstoffe + Salze = Rückstand = 0,059
der sich im Glühen vermindert zu = 0,037

somit Extractivstoffe = 0,022

Salze. Salze = 0,037

Defibrirtes Blut				Extractivstoffe		
4,17	:	1000	=	0,022	:	x

x = 5,27 u.

4,17	:	1000	=	0,037	:	x

x = 8,87, d. h. in 1000 Gramm Blut sind enthalten:

5,27 Gramm Extractivstoffe
8,87 „ lösliche Salze

Parthie C.

Trockenes Blutpulver + Kölbchen = 18,83 Gramm
Kölbchen = 11,42 „

Fett. Blutpulver = 7,41 Gramm
Gläschen + Aetherextract = 15,72 Gramm
Gläschen = 15,62 „

Fett = 0·10 Gramm

Blutpulver		Blutrückstand in 1000 Grammen		Fett		Fett
7,41	:	205,33	=	0,10	:	x

x = 2,78, d. i. in 205,33 Gramm Blutrückstand, entsprechend 1000 Gramm Blut, sind 2,78 Gramm Fett enthalten.

Zusammenstellung.

Resultat der Berechnung. In 1000 Gramm Serum sind enthalten:

Wasser	910,0 Gramm
Feste Stoffe	90,0 „
Eiweiss	76,0 „
Extractivstoffe	4,8 „
Lösliche Salze	7,6 „
	88,4 Gramm

Die Differenz mit (90,0—88,4 =) 1,6 Gramm ist auf unlösliche, anorganische Salze zu beziehen.

In 1000 Gramm Blut sind enthalten:

Wasser	780,17	Gramm
Feste Stoffe	219,83	„
Faserstoff	2,23	„
Blutkörperchen	139,84	„
Eiweiss	66,36	„
Extractivstoffe	5,27	„
Lösliche Salze	8,87	„
	222,57	Gramm

Die Differenz = 2,74 Gramm nebst dem Mehrgewicht des Fettes 2,78 Gramm ist als Fehler anzunehmen, wobei noch zu beachten wäre, dass das Fett, als allen Stoffen angehörig, nicht an und für sich in der Tabelle angeführt werden kann.

Gegen die Methode Scherer's spräche allenfalls die Bestimmungsweise der Blutkörperchen, die alle mit gleichem Gehalt an Wasser und auch anderweitig homogener Zusammensetzung angenommen werden. Abgesehen hiervon jedoch ist diese Methode vermöge der Leichtigkeit und Reinheit ihrer Ausführung, sowie der allseitig gegebenen Gewichtsbestimmungen der einzelnen Bestandtheile sehr empfehlenswerth.

Blutanalysen in Beziehung auf:

Aus zahlreichen Analysen sogenannt normalen menschlichen Blutes ergeben sich einige bemerkenswerthe Schwankungen in der quantitativen Zusammensetzung des Blutes und zwar in Rücksicht auf Alter, Geschlecht und Ernährung. Wir reproduciren hiermit die von Gorup-Besanez susammengestellten, hierher bezüglichen Tabellen, wobei das Zeichen — eine relative Verminderung, das Zeichen + eine relative Vermehrung anzeigt.

Alter und Geschlecht.

Bestandtheile	Mann	Frau	Kind	Greis	Schwangere
Wasser	—	+	—	+	+
Fibrin	.	.	—	+	+
Blutzellen	+	—	+	—	—
Albumin	—	+	+	—	—
Fette	—	+	.	.	.
Extractivstoffe	—	+	+	—	.
Salze	—	+	—	+	.

Das Weib hat somit ein wasserreicheres, helleres Blut, und nur in einem grösseren Gehalt an Blutkörperchen äquiparirt das Blut des Mannes dem überwiegend grösseren Gehalt des Weiberblutes an den übrigen festen Bestandtheilen.

Der Fibringehalt im Blute Schwangerer steigt bis zur Entbindung, daher bei Gerinnung von derlei Blut sich immer eine Speckhaut bildet.

Im Blut alter Leute vermehren sich Wasser und Fibrin, nehmen hingegen alle übrigen Stoffe ab.

Auf Ernährung.

Bestandtheile	In der Verdauung	Im Hunger	Bei Fleischkost	Bei vegetabilischer Kost
Wasser	—	+	—	+
Fibrin	etwas +	—	+	—
Blutzellen	+	—	.	.
Lymphkörperchen .	+	—	.	.
Albumin	+	—	.	+
Extractivstoffe . .	+	—	+	—
Fette	+	—	.	+
Salze	+	—	+	—

Die Werthe sprechen hier zu deutlich, um einer weiteren Auslegung zu bedürfen.

Blutanalysen in Bezug auf pathologische Verhältnisse.

In den verschiedenen pathologischen Processen zeigt das Blut eine mehr weniger alienirte Zusammensetzung. Die grosse Zahl der bisher veröffentlichten Blutanalysen gestattet die Aufstellung einer tabellarischen Uebersicht der Blutbeschaffenheit in verschiedenen Krankheiten.

Wir entnehmen abermals dem Werke v. Gorup-Besanez's eine solche Tabelle.

Krankheiten	Blutbestandtheile									
	Abnorme Bestandtheile	Wasser	Fibrin	Blutzellen	Albumin	Extractivstoffe	Harnstoff	Zucker	Fette	Salze
Phlogosen	.	.	+	−	−	.	+?	.	+	.
Acute Exantheme	.	.	.	−		.	.	.		+
Intermittens	.	.	.		+	.		.		+
Malaria	Gallenpigment	.	−	+	−	.	.	.	−	
Morbus Brightii	.	.	+	−		.	+	.	+	+
Pthleora	.	.	.	+	+	.	.	.	.	
Chlorose	.	+	+	−	.	.	.	.	.	.
Hydrämie	.	+	−	−	−	.	.	.	.	.
Puerperalfieber	Gallenp., Milchsäure	.	+	−	−	+	.	.	.	.
Pyämie	.	.	−	farblose +	.	.	.	.	.	.
Leucämie	Glutin, Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure, Harnsäure, Leucin	.	.	farblose +	.	.	.	.	.	
Cholera	Kohlensaures Ammoniak	−	.	+	+	.	+	.	+	+
Dyssenterie	.	.	+	−	+	.	.	.	.	+
Leberleiden	Tyrosin, Leucin	.	.	.	.		.	.	+	.
Arthritis	Harnsäure	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Icterus	Gallenpig. Gallensäuren?	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Krebsdyskrasie	.	.	+	.	.	.	.		.	.
Diabetes	.	+		.	.	.	.	+	.	.
Typhus Anfangsstad.	.	−	+	+	+		.	.	.	
Späteres Stadium	.	+	.	−	−	+	.	.	.	+
Urämie	Kohlensaures Ammoniak	.	.		.	.	.	.	.	.

Semiotik der Tabelle.

Die Vermehrung des Wassers im Blute ist meist bedingt durch leichtere Ausscheidung einiger Blutbestandtheile und darauf beruhende Armuth des Blutes an festen Stoffen. Wir bezeichnen eine solche pathologische Blutmischung mit dem Namen Hydrämie und ist hierher auch jene Anämie genannte Krankheit zu zählen, welche eben auch nur eine Verwässerung, keineswegs aber eine Verminderung der Blutmasse bezeichnen soll.

Der Faserstoff ist relativ vermehrt in Entzündungskrankheiten und zwar meist nur im Anfang der Erkrankung.

Die rothen Blutzellen sind bei Herzkrankheiten, Plethora, Cholera vermehrt, bei allen sogenannt erschöpfenden Krankheitsprocessen (Typhen, Cachexien u. s. w.) vermindert gefunden worden. Veränderungen im Inhalt der Blutkörperchen selbst sind schwer genau auszumitteln und die betreffenden Angaben hierüber vorläufig mit Vorsicht aufzunehmen.

Die farblosen Blutzellen finden sich bisweilen in übergrosser Anzahl, so im Blut bei Leucämie, wohl auch bei Pyämie, Puerperalfieber u. s. w. Das Albumin des Blutes ist selten vermehrt, wohl aber vermindert, wenn sich irgendwo Transsudate bilden, deren Albumingehalt oft sehr beträchtlich ist.

Der Zucker ist nur bei Diabetes vermehrt, wenn auch nur um ein Weniges.

Die Salze sind vermehrt bei Darmerkrankungen (Typhus, Dyssenterie), acuten Exanthemen, Cachexien (nach Intermittens, Scorbut).

Das kohlensaure Ammoniak wurde in Blut beobachtet bei Urämie, Typhus, Cholera.

Anhang.

Gerichtliche Chemie des Blutes.

Der gerichtliche Nachweis von Blut ist neuester Zeit besonders gepflegt und durch mehrere Methoden so zu sagen erst neu geschaffen worden.

Häufig wird von Seite des Gerichtes die Frage gestellt ob gewisse an Kleidern, Holz, Metall u. s. w. haftende, mehr minder dunkelgefärbte Flecke von Blut herrühren oder nicht. Nicht selten soll auch nachgewiesen

werden, ob die Flecken von Aderblut oder Menstrualblut, ja überhaupt von Menschenblut herrühren.

Der Unterschied zwischen Thier- und Menschenblut ist nun aber bisweilen sehr schwer zu constatiren. Die meisten Säugethiere haben wie der Mensch runde, biconcave Blutkörperchen. Die übrigen Wirbelthiere haben meist elliptische und zugleich grössere Blutzellen. Barruel wollte die theilweise bestätigte Beobachtung, dass das Blut einzelner Thierarten mit Schwefelsäure behandelt einen eigenthümlichen Geruch nach Fettsäuren verbreite zur gerichtlichen Diagnose der Blutarten benützen, ein Vorgang, der abgesehen von allen andern Bedenken einfach dadurch die Subjectivität der Geruchsempfindung bei verschiedenen Menschen, sowie durch das mögliche Auftreten täuschend ähnlicher Geruche (von anderweitigen Fettsäuren) unstatthaft erscheint.

Der eigentliche chemische Blutnachweis betrifft entweder den Nachweis von Albumin oder von Hämatin, oder endlich vor Häminkrystallen. Man bringt die wo immer aufsitzenden blutverdächtigen Flecke in kaltes destillirtes Wasser, worin sie sich nach einiger Zeit auflösen und zugleich das Wasser mehr minder roth färben. Die so erhaltene Flüssigkeit prüft man auf Albumin. Bisweilen war versucht worden, die Blutflecken auf den Stoffen mit heissem Wasser zu tilgen. In dem Falle setzt man dem kalten Wasser etwas Kalilauge zu, löst so das etwa geronnene Albumin, und weist es dann in der gewonnenen Flüssigkeit nach.

Auf Hämatin prüft man nach Heller, indem man die röthlich gefärbte Flüssigkeit mit Kalilauge kocht und hierauf mit etwas saurer, phosphorsaurer Magnesia *) versetzt. Also gleich fällt dreibasisches Magnesiaphosphat und reisst alles Hämatin mit sich, so dass nach einiger Zeit am Boden der Kochröhre ein mehr weniger

Heller's Hämatinprobe.

*) Man verreibt 3 Gramm gebrannte Magnesia mit 100 C. C. Wasser und fügt 30 C. C. einer concentrirten Phosphorsäure hinzu, mischt kalt (sonst fällt basisches Phosphat), filtrirt und verdünnt zum Litre. Ungefähr 2 C. C. genüge dann zu einer Probe (Kletzinsky.)

roth gefärbtes Sediment zu sehen ist. Wäscht man die Flecken mit alkalihältigem Wasser aus und concentrirt die Lösung in Glasröhren, so erscheint die Flüssigkeit im durchfallenden Licht grün, im reflectirten roth.

Häminkrystalle nach Brücke und Erdmann.

Die Darstellung der von Teichmann entdeckten Häminkrystalle geschieht nach Brücke und Erdmann am besten, wenn man den eingedampften Blutauszug oder etwas von dem fraglichen Blutflecken insoferne sich mit einem Messer hiervon auch nur eine geringe pulverige Menge abschaben lässt, auf einen Objectträger bringt, wenige Körnchen Chlornatrium beifügt, das Deckgläschen auflegt und Eisessig zufliessen lässt. Alsbald schiessen ganz nahe an dem Objecte mehr minder zahlreiche Kryställchen von gelblichbrauner, röthlicher bis braunschwarzer Farbe und mannigfachen, meist rhombischen Tafeln ähnlichen Formen. Gelingt die Krystallisation nicht sogleich, so erwärmt man den Objectträger vorsichtig, ohne die Flüssigkeit ganz zum Trocknen eindampfen zu lassen. War auch nur die geringste Spur von Blut in Arbeit gezogen worden, so bilden sich bei diesem Verfahren zahlreiche Häminkrystalle.

Noch zu erwähnen ist die Angabe Erdmann's, dass eine Alge „Porphyridium cruentum Nägeli, syn. Palmella cruenta Ag." einen rothen Farbstoff besitzt, der dem Hämatin sehr ähnlich, in seiner Lösung auch die Eiweissreaction gibt. Gelangt blutverdächtige rothgefärbte Erde zur Untersuchung, so ist die bisher gewöhnliche Methode des Blutnachweises vergeblich, entscheidend aber wirkt Brücke's Probe, da Blut allein Häminkrystalle gibt.

Virchow endlich macht aufmerksam auf die farblosen Blutkörperchen, welche gegen alle Agentien viel widerstandsfähiger sind als die rothen, sich daher häufig in den Blutflecken nachweisen lassen.

Zusammensetzung normalen Blutes nach den Analysen von C. Schmidt.

Blut eines 25jährigen Mannes.

1000 Gramm. Blut enthalten

513,04 Grmm. Blutzellen		486,96 Grmm. Plasma:	
Wasser	349,71	Wasser	439,00
Feste Stoffe	163,33	Feste Stoffe	47,96
Hämatin	7,38	Fibrin	3,39
Globulin	152,21	Albumin u. Extractivstoffe	30,89
Anorganische Salze	3,74	Anorganische Salze	4,14
Chlorkalium	1,887	Chlorkalium	0,175
Schwefelsaures Kali	0,068	Schwefelsaures Kali	0,137
Phosphorsaures Kali	1,202	Chlornatrium	2,701
Phosphorsaures Natron	0,325	Phosphorsaures Natron	0,132
Natron	0,175	Natron	0,746
Phosphorsaurer Kalk	0,048	Phosphorsaurer Kalk	0,145
Phosphorsaure Bittererde	0,031	Phosphorsaure Bittererde	0,106

1000 Grmm. Blutzellen:		1000 Grmm. Plasma.	
Wasser	681,03	Wasser	901,51
Feste Stoffe	318,37	Feste Stoffe	98,49
Hämatin	15,02	Fibrin	8,05
Globulin	296,07	Albumin u. Extractivstoffe	81,92
Anorganische Salze	7,28	Anorganische Salze	8,51
Chlorkalium	3,679	Chlorkalium	0,359
Schwefelsaures Kali	0,132	Schwefelsaures Kali	0,281
Phosphorsaures Kali	2,343	Chlornatrium	5,546
Phosphorsaures Natron	0,633	Phosphorsaures Natron	0,271
Natron	0,341	Natron	1,532
Phosphorsaurer Kalk	0,094	Phosphorsaurer Kalk	0,298
Phosphorsaure Bittererde	0,060	Phosphorsaure Bitterede	0,218

Blut eines 30jährigen Weibes.

1000 Gramm. Blut enthalten.

396,24 Gramm. Blutzellen.		603,76 Gramm. Plasma.	
Wasser	272,56	Wasser	551,99
Feste Stoffe	123,68	Feste Stoffe	51,77
Hämatin	6,99	Fibrin	1,91
Globulin	113,14	Albumin u. Extractivstoffe	44,79
Anorganische Salze	3,55	Anorganische Salze	5,07
Schwefelsaures Kali	0,062	Schwefelsaures Kali	0,131
Chlorkalium	1,353	Chlorkalium	0,207
Phosphorsaures Kali	0,835	Chlornatrium	3,417
Kali	0,340	Phosphorsaures Natron	0,267
Natron	0,874	Natron	0,648
Kalk-u.Magnesiaphosphat	0,086	Kalk-u.Magnesiaphosphat	0,332

1000 Gramm. Blutzellen.		1000 Gramm. Plasma.	
Wasser	687,88	Wasser	914,25
Feste Stoffe	312,12	Feste Stoffe	85,75
Hämatin	18,48	Fibrin	3,16
Globulin	284,68	Albumin u. Extractivstoffe	74,20
Anorganische Salze	8,96	Anorganische Salze	8,39
Schwefelsaures Kali	0,157	Schwefelsaures Kali	0,217
Chlorkalium	3,414	Chlorkalium	0,447
Phosphorsaures Kali	2,108	Chlornatrium	5,659
Kali	0,857	Phosphorsaures Natron	0,443
Natron	2,205	Natron	1,074
Kalk-u.Magnesiaphosphat	0,218	Kalk-u.Magnesiaphosphat	0,550

Untersuchung der Milch.

Literatur: Ludwig Lehrbuch der Physiologie 2. Band. — Scherer Artikel Milch im Handwörterbuch der Physiologie; Moleschott Diätetik; Lehmann Zoochemie; Gorup-Besanez Lehrbuch der physiologischen Chemie; F. Hoppe über Gase der Milch, Archiv für pathol. Anatomie Bd. XVII, p. 417.

Chemie der Milch.

Chemie der Milch.

Die Milch ist eine bläulich- bis gelblichweisse, meist alcalisch reagirende Flüssigkeit von süsslichem Geschmack, eigenthümlichem Geruch, einem specifischen Gewichte von 1,018—1,045 und einer characteristischen Consistenz, welche von der emulsionsartigen Suspendirung der Butterkügelchen in der Milch bedingt wird. Diese Butterkügelchen heben sich vermöge ihrer geringen Schwere bei längerem Stehen der Milch an die Oberfläche des betreffenden Gefässes, und erzeugen dort eine zusammenhängende gelbliche Schichte, den Rahm.

Formelemente.

Die Formelemente der Milch sind microscospische, stark lichtbrechende, kugelige Zellen, bestehend aus einer Hülle von Albuminaten und einem Inhalt von Butterfett. Diese Milchkügelchen sind in der Milch der Gebärenden zum grösseren Theil verdrängt durch andere Körperchen, welche aus mehreren Fettkügelchen, die durch ein Bindemittel vereinigt sind, bestehen, bisweilen Kerne führen und Collostrumkörperchen genannt werden.

Diese Formbestandtseile allein machen die Milch weiss und undurchsichtig; ohne dieselben würde die Milch eine wasserhelle, farblose Lösung vorstellen.

Schlägt man den Milchrahm mittelst Stäben, Schaufeln (Buttermaschine), so platzt ein Theil der Milchkugeln, das Butterfett der gesprengten Zellen vereinigt

sich mit einem Theil der noch unversehrten Milchkugeln, und es entsteht Butter.

Chemische Bestandtheile.

Constante Bestandtheile der Milch sind: Wasser, Caseïn, viel Zucker und Fett. Eine Flüssigkeit, welche diese Stoffe enthält, kann stets als Milch bezeichnet werden.

Nebstbei kommen noch vor Albumin, Extractivstoffe, anorganische Salze als: Chlornatrium, Chlorkalium, phosphorsaure Alcalien und Erden, endlich von Gasen: Kohlensäure und Stickstoff.

Abnorme Bestandtheile.

Als abnorme chemische und morphologische Bestandtheile sind zu erwähnen: Milchsäure, Blut- und Gallenfarbstoff, Harnstoff. — Schleim, Blut, Eiterzellen, Fibringerinnsel und einige Infusorien, die bisweilen eine blaue Färbung der Milch bedingen.

Manche von aussen eingeführe Stoffe treten zum Theil in der Milch als fremdartige Bestandtheile derselben auf, zum Theil bewirken sie eine entsprechende Vermehrung der gleichartigen Normalstoffe. So erzielen Eisenpräparate einen vermehrten Eisengehalt der Milch, Jodpräparate erscheinen in der Milch wieder; das Jod geht hier eine Verbindung mit Caseïn ein. Arsenik tritt innerhalb 15 — 20 Stunden nach dessen Genuss in der Milch auf; in ungefähr derselben Zeit ist auch Blei in der Milch nachweisbar. Zink tritt ebenfalls in das Secret der Brustdrüse über, verschwindet aber nach Sistirung der Zufuhr rasch nieder.

Antimon und endlich Quecksilber finden sich nicht minder in der Milch, vielfach angestellte Versuche, den Nachweis von Alcohol, Opium, Morphium, in der Milch betreffend, blieben ohne Resultat. (G. Lewald Untersuchg. ü. d. Uebg. von Arz. i. d. Milch, Breslau 1857.)

Allgemeines Verhalten der Milch.

Die Milch enthält wie gesagt Caseïn, an Alcali gebunden, Fett und Zucker; doch gewinnt man beim Transsudiren der Milch durch thierische Menbranen eine Flüssigkeit, die schwach opalisirt, kein Caseïn enthält, und bei 70°—75° C. ein Albumincoagulum abscheidet. (Hoppe.) Beim Kochen der frischen Milch scheidet sich das Caseïn derselben in Form einer Haut an der Oberfläche beständig ab. Säuren coaguliren die Milch lösen aber,

zum Theil in Ueberschuss zugetzt, das gefällte Caseïn wieder auf. Man hat sich diese Fällung durch die Neutralisirung des an Caseïn gebundenen Alcalis vorzustellen, derzufolge das freigewordene Caseïn unlöslich wird, und fällt. Setzt man gewisse Salze, z. B. Kochsalz, Salpeter u. s. w., zur Milch, so tritt nach einiger Zeit wohl Milchgährung und Milchsäurebildung ein, aber es fällt kein Caseïn, wohl aber gerinnt solche Milch beim Kochen in groben Flocken. Die saure Reaction der frischen Milch rührt nach Hoppe's Untersuchung immer von freier Milchsäure her.

Gerinnung der Milch.

Bei längerem Stehen ändert sich die Milch. Es scheidet sich eine dicke, derbe, weisse Masse ab, und überstehend findet sich eine dünne, säuerliche grünlichweisse Füssigkeit. Derselbe Vorgang findet rasch statt, wenn wir in die frische Milch ein Stückchen gewaschenen Labmagens eines Rindes, oder etwas Weinsäure, Alaun u. s. w. bringen. Das Caseïn scheidet sich hierbei mit dem Fett aus, und die überstehende, dünne Flüssigkeit Molke genannt, enthält den Milchzucker, die Salze, Milchsäure und wohl auch Spuren von Fett und Caseïn.

Molke.

Die Molke dient als kühlendes, schwach nährendes Getränk, und wird als solches vielfach therapeutisch angewendet. In der Praxis unterscheidet man die süsse und die saure Molke. Man lässt kochende Milch durch Zusatz von Weinsäure oder Essig gerinnen, und versetzt die abgeseihte Flüssigkeit mit dem zu Schaum geschlagenen Eiweiss eines Eies, mischt, kocht wieder, seiht vom Neuen, neutralisirt die überschüssige Säure durch Magnesiacarbonat und filtrirt hierauf. Man erhält so die süsse Molke. Lässt man den Zusatz von Magnesiacarbonat hinweg und filtrirt sogleich nach dem Klären mit Eiweiss, so erhält man die saure Molke.

süsse

saure

Butter.

Das Fett der Milch ist Butterfett (Butin, Stearin, Palmitin, Myristin, Oelsäure, an Glycerin gebunden, Heintz) eingeschlossen in Albuminatmenbranen, wesshalb auch das Milchfett nicht directe mit Aether ausgezogen werden kann, wenn nicht vorher durch Zusatz von etwas Aetzkali die Hüllmembranen gelöst werden. Auch mechanisch, durch das sogenannte Buttern, werden diese Hüllenmembranen wie schon erwähnt wenigstens

theilweise gesprengt und das Butterfett vereint sich zu Klumpen, die wir Butter nennen. Erwärmt mau die Butter bis auf 60° C., so schmilzt sie und schwimmt als klare öhlige Flüssigkeit (Schmalz) auf der untenbefindlichen, wässrigen Schichte, welche die übrigen in die Butter eingeschlossenen Milchbestandtheile enthält.

Die Butter zersetzt sich bei längerem Stehen dadurch, dass etwas Glycerin sich unter Sauerstoffaufnahme in Acroleïn, Ameisensäure umwandelt und die entsprechende Fettsäure dadurch frei wird, somit der Butter einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch und ekelhaften Geschmak mittheilt, welche Veränderung der Butter man mit Ranzigwerden bezeichnet. Vorsichtiges Abwaschen mit einer verdünnten Lösung von kohlensaurem Natron dient bisweilen dazu die freie Fettsäure wegzuschaffen, und die Butter neuerdings geniessbar zu machen.

Qualitative Analyse.

Qualitative Analyse.

Wesentlich ist der Nachweis von Caseïn und reichlichen Mengen Zucker und Fett.

Auf Caseïn prüft man durch die Gerinnungsprobe (siehe Seite 61).

Auf Zucker prüft man die von Albuminaten vollständig befreite Flüssigkeit nach den bekannten Methoden Trommer's u. s. w.

Auf Fette sucht man im Rückstand, der durch Zusatz von ziemlich viel gebranntem Gyps zur Flüssigkeit und Eintrocknen im Wasserbad gewonnen wird. Erschöpft man diesen Rückstand mit Aether und verdampft hierauf die ätherische Lösung, so bleibt das Fett zurück.

Auf Albumin prüft man durch Zusatz von gewaschenem Lab zur Milch. Ist dann das Caseïn geronnen, so sucht man im Filtrat hiervon durch Kochen u. s. w. auf Albumin.

Milchsäure erkennt man an der sauren Reaction.

Auf Hämatin, Biliphaëin u. s. w. wird meist im Alcoholextract der Milch reagirt, wobei das Eindampfen der Milch mit Gyps zu empfehlen ist.

Näheres über qualitative Analyse mittelst des Galactometer folgt am Schluss.

Quantitative Analyse.

Quantitative Analyse.

Man bestimmt zuerst und zwar, um der Rahmbildung zuvorzukommen in möglichst frischgelassener Milch das specifische Gewicht mittelst des Picnometers.

Die Analyse selbst wird zweckmässig nach Haidlen's Methode vorgenommen.

Wasser und Rückstand.

Zur Bestimmung des Wassers und der festen Stoffe werden 15—20 Gramm Milch genau abgewogen, und mit einer genau gewogenen Menge gepulverten, scharf getrockneten, gebrannten Gyps (etwa 3—4 Grm.) versetzt, nunmehr erwärmt, und die Mischung im Wasserbad, und später im Luftbad ganz zur Trockene gebracht.

Das bei 100—110° C. stätige Gewicht, wird nun nach Abzug des bekannten Gypsgewichtes als fester Rückstand von z. B. 15 Gramm Milch betrachtet, und durch einfache Subtraction die entsprechende Wassermenge gefunden, endlich der Gehalt an festen Stoffen und Wasser auf 1000 berechnet.

Fette.

Der so erhaltene Rückstand wird auf Fette untersucht. Man pulvert selben möglichst fein, wägt einen Theil davon in einem Kölbchen bekannten Gewichtes und zieht nun mit Aether aus. Ist der Inhalt des Kölbchens vollständig erschöpft, so verdunstet man auf einem Uhrglas die ätherische Lösung, trocknet bei 110° C. im Luftbad bis zur Erzielung constanten Gewichtes, wägt das ausgeschiedene Fett, und berechnet auf 1000. Als Controlle wägt man das vollkommen getrocknete Kölbchen mit seinem Rückstand und berechnet den Gewichtsverlust, der durch die Aetherextraction bewirkt wurde, als Fett.

Zucker.

In dem im Glaskölbchen enthaltenen Rückstand werden nun der Milchzucker und die löslichen Salze durch Extraction mit Weingeist von 0,85 ausgezogen, die weingeistige Lösung verdunstet und nun entweder der Rückstand dieser Lösung gewogen oder der neuerliche Gewichtsverlust, den die Substanz im Kölbchen erlitten hat, bestimmt. Beide Werthe sollen nahezu gleich sein und ergeben die Menge des Milchzuckers und der löslichen Salze.

Salze.

Im Kölbchen restirt ein Gemenge von Caseïn, unlöslichen Salzen und Gyps. Ziehe ich das bekannte Gewicht des Gypses von dem Gewicht des Kölbchen sammt Inhalt ab, so gibt der Unterschied das Gewicht des Caseïns und der unlöslichen Salze. Die feuerbeständigen Salze bestimmt man in etwa 15—20 Gramm Milch, die in einer Porcellanschale abgewogen, getrocknet und über einer passenden Lampe geglüht werden. Nachdem der Glühtiegel und dessen Inhalt gut abgekühlt sind, erhält man nach Abzug des Schälchens die Zahl für die feuerbeständigen Salze. Man zieht die so gewonnene Asche vorsichtig mit heissem destillirtem Wasser aus und nachdem vom Wasser nichts mehr aufgenommen wird, bringt man den Rückstand auf ein feines Filter (bekannten Aschengehaltes), wäscht, trocknet, glüht und erhält so die Zahl für die unlöslichen Salze, die, von der Gesammtzahl der feuerbeständigen Salze abgezogen, als Differenz den Werth für die löslichen Salze gibt. Zieht man nun von dem Gewicht, welches wir soeben für Caseïn und lösliche Salze zusammen bestimmten, das Gewicht der letzteren ab, so erhält man den Werth für das Caseïn.

Die Berechnung ist entsprechend einfach anzustellen.

Casein Berechnung.

Bestimmung der festen Stoffe und des Wassers.

Glühtiegel + Gyps = 17,1
Tiegel = 14,6
Gyps = 2,5

Schale + Milch = 53,40
Schale = 36,88
Milch = 16,52

Schale + Milchrückstand + Gyps = 42,311
Schale = 36,880
Rückstand + Gyps = 5,431
davon ab: Gyps = 2,500
Milchrückstand = 2,931

Milch		Rückstand		Milch		Rückstand
16,52	:	2,931	=	1000	:	x

x = 177, 42 feste Stoffe
somit 822, 58 Wasser in 1000 Gramm Milch.

Bestimmung des Butterfettes.

Kölbchen mit Milchrückstand + Gyps = 13,600
Kölbchen = 9,100
Milchrückstand + Gyps = 4,500
Kölbchen vor der Aetherextraction = 13,600
„ nach der Aetherextraction = 12,391
Butterfett = 1,209

In 5,431 Gypsmilchrückstand waren 2,5 Gyps, wie viel somit in 4,5 Gypsmilchrückstand?

5,431 : 2,5 = 4,5 : x
x = 2,071 Gyps und
4,5 — 2,071 = 2,429 Milchrückstand.

Wenn in 2,429 Milchrückstand 1,209 Butterfett enthalten sind, wie viel in 177,42 (dem Rückstand von 1000 Milch).

2,429 : 177,42 = 1,209 : x
x = 88,30 Butterfett in 1000 Gramm Milch.

Bestimmung des Milchzuckers und der löslichen Salze.

Kölbchen nach Aetherextraction = 12,391
Kölbchen nach der Weingeistextraction = 11,801
Milchzucker und lösl. Salze = 0,590

2,44 : 0,590 = 177,42 : x
x = 42,9 Milchzucker und lösliche Salze in 1000 Gramm Milch.

Bestimmung des Caseïns und der unlöslichen Salze.

Kölbchen nach der Weingeistextraction = 11,801
Kölbchen = 9,100
Caseïn + unlösl. Salze + Gyps = 2,701
davon ab: Gyps = 2,071
Caseïn + unlösl. Salze = 0,630

2,44 : 0,630 = 177,42 : x

x = 45,08 Caseïn und unlösliche Salze in 1000 Gramm Milch.

Bestimmung der feuerbeständigen Salze.

Schale + Milch = 40,4
Schale = 25,4
Milch = 15,0

Glühtiegel + Asche = 10,323
Tiegel = 10,200
(lösliche u. unlösliche) Milchasche = 0,123

Glühtiegel + unlösliche Asche = 16,483
Tiegel und Filterasche = 16,420
0,063

15,0 : 0,123 = 1000 : x
x = 8,2 Salze in 1000 Gramm Milch

ferner

15,0 : 0,63 = 1000 : x
x = 4,2 lösliche Salze in 1000 Gramm Milch.

Zusammenstellung.

In 1000 Gramm. Milch sind enthalten:

		oder:	
Wasser	822,58	Wasser	822,58
Feste Stoffe	177,42	Feste Stoffe	177.42
Casein u. unlösl. Salze	45,08	Casein u. unlösl. Salze	41,08
Butter	88,30	Butter	88,30
Milchzucker u. lösl. Salze	42,90	Milchzucker	38,70
Salze im Ganzen	8,20		
Unlösliche Salze	4,00	Lösliche Salze	4,20
Lösliche Salze	4,20	Unlösliche Salze	4,00

Gase der Milch.

In Betreff der Gase der Milch kennen wir nur die Arbeit Hoppe's über die Gase der Ziegenmilch. Nach Hoppe's Angaben ist die Kohlensäure vorherrschend und im Allgemeinen der Gasgehalt der Milch ein sehr geringer. —

Die Milch spielt in der Diätetik des Menschen, zumal des Neugebornen, eine wichtige Rolle; es scheint daher gerechtfertigt einige physiologische und patholo-

gische Alienationen der Zusammensetzung der Milch zu erörtern.

Alienationen in der Zusammensetzung der Milch.

Aus zahlreichen Analysen, angestellt von Vernois, Bequerel, Bödeker, Strukman, Wike u. A. ergibt sich:

1. dass die Milch von 15 bis 20jährigen Frauen am meisten, von 35 bis 40jährigen am wenigsten feste Bestandtheile enthalte;

2. dass der Buttergehalt der Abendmilch um's Doppelte grösser sei, als der am Morgen secernirten;

3. die Art der Nahrung unter normalen Verhältnissen wenig Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch ausübt, wohl aber die Menge der Nahrung. Je reichlicher die Zufuhr, je stärker ist der Gehalt an Caseïn und Butter in der Milch.

Wir bringen die von Gorup-Besanez zusammengestellten Tabellen über die wechselnde Zusammensetzung der Milch in verschiedenen pathologischen Processen verglichen mit normaler Milch am Schlusse dieses Abschnittes und bemerken nur, dass in sogenannten acuten Krankheiten die constante Verminderung des Milchzuckers und die Vermehrung des Caseïns characteristisch auftreten. Der Buttergehalt schwankt ungemein stark und thut dies auch in den chronischen Krankheiten. Speciell in syphilitischen Erkrankungen haben Vernois und Bequerel Milchanalysen angestellt, deren Ergebniss hier folgt.

Bestandtheile	Vor der Quecksilberkur	Während derselben	Nach derselben
Wasser	897,75	880,78	906,35
Feste Stoffe	102,25	119,22	93,65
Caseïn	26,53	36,65	36,69
Butter	18,79	29,80	10,85
Milchzucker	54,73	50,75	43,91
Salze	2,20	2,20	2,20

Sogenannte blaue Milch ist durch Infusorien (Vibris cyanogeneus) bedingt. Das von Neugebornen abgesonderte, Hexenmilch genannte Secret der Brustdrüsen enthält sehr wenig feste Stoffe, zumal wenig Butter.

Verfälschung der Milch und deren Nachweis.

Der massenhafte Verbrauch von Milch, besonders in Städten macht eine Ueberwachung der zum Verkauf zugeführten Milch dringend nothwendig.

Der relativ unschädlichste Zusatz, womit die Gerinnung der Milch hintangehalten wird, ist das kohlensaure Natron. Die sich bildende Milchsäure wird alsogleich gebunden und das Caseïn fällt nicht. Man weist das Natroncarbonat nach, indem man die verdächtige Milch mit Alcohol versetzt, wobei das Caseïn fällt, filtrirt und nun die alcalische Reaction des Filtrates sowie dessen Aufbrausen bei Zusatz von Säuren beobachtet.

Eine anderweitige Verfälschung der Milch ist jene mit Wasser, um grössere Quantitäten zu erzielen, ferner die Beimischung von Mehl, Eiweiss, Gehirn u. dgl., um dickere, Sahne ähnliche Milch zu erhalten.

Von allen diesen mehr minder strafbaren Zusätzen kommt die Wässerung der Milch am häufigsten vor. Deutet nun schon die blauweisse Farbe, der matte Geschmack auf übergrossen Wassergehalt der Milch, so hat man überdiess eigene Instrumente construirt, womit man den Wassergehalt directe oder indirecte ziemlich rasch bestimmen kann. Wir erwähnen hier nur des Lactoscops von Donné und des Centesimal-Galactometers von Chevalier.

Lactoscop.

Donné's Instrument besteht aus 2 Cylindern, die ineinander verschiebbar und an ihren äusseren Enden mit Glasplatten geschlossen sind. Füllt man das Instrument mit Milch und sieht nun in einem dunklen Raum durch die eine Glasplatte, während die andere ungefähr 3 Fuss von einer Kerzenflamme entfernt ist, so wird man, je dünner die Milch ist, d. h. je weniger sie Butterkügelchen enthält, desto deutlicher die Flamme sehen und umgekehrt. Eine nach analytischen Resultaten construirte

Scala gibt nun den beiläufigen Gehalt an Butter an. Aus dem grösseren oder geringeren Buttergehalt wird somit auf kleineren oder grösseren Wassergehalt geschlossen.

Galactometer.

Chevalier gab ein Aräometer mit doppelter Scala für abgerahmte und nicht abgerahmte Milch an. Man bestimmt nun zuerst das specifische Gewicht der nicht abgerahmten Milch, lässt selbe dann in einer 14 Centimeter hohen Eprouvette mit Fuss- und Gradeintheilung (Cremometer) 24 Stunden absetzen und liest die Höhe der Rahmschichte (normal sind circa 10 Volumprocente), rahmt ab und bestimmt aufs Neue das specifische Gewicht der abgerahmten Milch. Nach vorhandenen Tabellen berechnet man sodann den Wassergehalt der Milch.

Bisweilen endlich kann es sich darum handeln, Flecke auf Kleidungsstücken, Wäsche u. dgl., gerichtlich-chemisch auf Milch zu untersuchen. Derlei Flecken sind meist gelblich und steif anzufühlen. Man versuche einen solchen Flecken mit wenig destillirtem Wassers etwas auszukneten und untersucht die gewonnene Flüssigkeit microscopisch auf Milchkügelchen; man extrahirt weiter, filtrirt und prüft das Filtrat auf Caseïn. Zwei weitere Proben benützt man, um in der einen mit Kali und Aether die Fette zu lösen, welche bei Verdunsten des ätherischen Rückstandes sodann sich ausscheiden, und um in der andern auf Zucker zu reagiren. Finden sich Milchkügelchen, Caseïn, Fette und Zucker, so sind die Flecken als Milchflecken zu erklären.

Bezüglich einer neuen Methode der Milchanalyse, deren Vorzüglichkeit wohl erst zu erproben ist, vergleiche: Baumhauer, J. f. practische Chemie Bd. 84, pg. 145.

Frauenmilch bei acuten Krankheiten.

Bestandtheile in 1000 Grammen	Enteritis	Pleuritis	Colitis	Fieber und Gemüthsaufregung	Fieber	Metrovaginitis	Metroperitonitis	Typhus	Mittel aus 19 Beobachtungen	Normale Frauenmilch Mittel aus 89 Beobachtungen.
Wasser	883,22	888,95	869,54	908,93	880,32	884,71	885,09	924,34	894,45	889,08
Feste Stoffe	116,78	111,05	130,46	91,07	119,68	115,29	114,91	75,66	105,55	110,92
Casein	50,30	49,55	42,86	50,00	47,70	56,71	48,33	32,91	50,04	39,24
Butter	31,53	27,77	54,12	5,14	32,89	17,12	35,03	9,09	29,86	26,66
Milchzucker	33,21	32,94	32,08	34,92	32,14	40,60	30,07	31,46	33,10	43,64
Salze	1,74	0,79	1,40	1,01	6,95	1,47	1,48	2,20	1,73	1,38

Frauenmilch bei chronischen Krankheiten.

Bestandtheile in 1000 Grammen	Syphilis	Ophtalmie	Pleuritis	Enteritis	Siebentägige Hungerkur	Bronchitis	Metrovaginitis	Tuberkulose u. Hämoptoë	Lungentuberkulose ohne Durchfall	Lungentuberkulose mit Durchfall	Brustabscess	Mittel aus 27 Beobachtungen	Normale Frauenmilch Mittel aus 89 Beobachtungen.
Wasser	902,38	882,14	892,84	861,14	885,17	887,78	878,35	892,53	876,59	903,16	887,08	885,50	889,08
Feste Stoffe	97,62	117,86	107,16	138,86	114,83	112,22	121,65	107,47	123,41	96,84	112,92	114,50	110,92
Caseïn	35,26	37,05	36,46	39,19	46,13	39,89	25,21	38,46	37,46	39,14	35,89	37,06	39,24
Butter	15,87	32,28	24,25	48,53	37,28	23,83	51,98	21,39	41,82	12,76	34,23	32,57	26,68
Milchzucker	44,21	46,29	45.26	50,25	30,38	47,05	42,25	42,93	42,14	43,45	41,72	43,37	43,64
Salze	2,28	1,70	1,19	0,89	1,04	1,46	2,21	1,69	1,99	1,49	1,08	1,50	1,38

Untersuchung des Chylus, der Lymphe und der serösen Flüssigkeiten.

Literatur Nasse: Artikel Chylus und Art. Lymphe, Handwörterbuch der Physiologie Bd. I. pag. 221 und Bd. II. pag 362. — Scherer in Caustatts Jahresbericht 1857. — Ludwig. Lehrbuch der Physiologie Bd. II. — Lehmann: Lehrbuch der physiologischen Chemie 1853 Bd. II. — Lehmann: Zoochemie. — Gorup-Besanez: Lehrbuch der physiologischen Chemie 1862.

Wir fassen hiermit die Untersuchung des Chylus, der Lymphe und der serösen Flüssigkeiten, d. i. der in serösen Säcken enthaltenen Flüssigkeiten parenchymatösen Transsudate, der pathologischen Flüssigkeiten, endlich des Eiters, zusammen und geben vor der allgemeinen Untersuchungsmethode einen kurzen Abriss der Chemie dieser Flüssigkeiten, sowie im Anhang das Wesentliche über Schweiss und Samen.

Chylus.

Chylus.

Aus dem Darm tritt in die ihn umgebenden und hier einmündenden Chylusgefässe eine Flüssigkeit, die bei längerer Nüchternheit identisch mit Lymphe ist, nach eingeführter Nahrung jedoch sich wesentlich ändert und mit dem Namen Chylus bezeichnet wird.

Der Chylus stellt eine milchigtrübe bis blassröthliche Flüssigkeit dar, die schwach alcalisch reagirt und zwischen 1,012 und 1,022 specif. Gewicht schwankt.

Formelemente.

Die Formelemente des Chylus sind:

Chyluskörperchen.

Fettkügelchen mit Hülle von Albuminaten.

Elementarkörnchen.

Rothe Blutkörperchen, die zum Theil dem Chylus eigenthümlich sind.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile des Chylus sind, abgesehen von den Blutkörperchen, dieselben wie jene des Blutes, also: Wasser, Albumin, Faserstoff u. s. f.

Der Chylus, den Gefässen entzogen, gerinnt nach kurzer Zeit und scheidet ein sehr leicht zerreissliches, weiches Coagulum aus, ohne darum ein klares Serum zu geben; die rückständige Trübung scheint von Fettmoleculen herzurühren. Das Albumin des Chylus verhält sich wie Alcalialbuminat; es wird durch vorsichtiges Neutralisiren mit Essigsäure zum Theil gefällt.

Bei der grossen Schwierigkeit eine hinreichende Menge Chylus zu erhalten, ist die Zusammensetzung desselben noch immer nicht mit Sicherheit anzugeben. Ueberdiess schwankt dieselbe auch nach dem Ort der Aufsammlung.

Beispielsweise folgt hier eine Analyse des Chylus (dem Körper eines Hingerichteten entnommen):

In 1000 Theilen:

Wasser	905, 0
Feste Stoffe	95, 0
Faserstoff	Spur
Albumin	70,80
Fette	9,20

Die Beziehungen der Nahrung auf die Zusammensetzung des Chylus lassen sich a priori einsehen und daher physiologische Verschiedenheiten in der Zusammensetzung des Chylus wohl erklären. Pathologische Veränderungen des Chylus sind derzeit noch nicht beobachtet worden.

Lymphe.

Lymphe.

In den Capillargefässen geht eine rege Ausscheidung der zur Ernährung der Gewebe nothwendigen Stoffe vor sich. Die nicht mehr benöthigte Gewebsflüssigkeit, theilweise auch die Producte der Rückbildung und anderweitige Säfte, werden durch eigene Gefässe gesammelt und neuerdings dem Blutkreislauf zugeführt; die Summe all' dieser Substanz bildet eine eigenthümliche, dem Chylus nahe verwandte Flüssigkeit: die Lymphe.

Die Lymphe ist farblos, gelblich bis röthlichgelb gefärbt; ähnlich dem Blut hat selbe ihre Bestandtheile nicht gelöst, sondern nur aufgeschwemmt.

Die Formelemente derselben sind analog jenen des Chylus: Formelemente.

Rothe Blutkörperchen.
Molecularkörperchen.
Fetttröpfchen.
Lymphkörperchen.

Die Lymphkörperchen sind von den farblosen Blutkörperchen schlechthin nicht zu unterscheiden.

Die Fetttröpfchen sind sehr klein und wenn auch weniger zahlreich als im Chylus, bedingen sie nichts desto weniger das milchige Ansehen der Lymphe.

Ob die rothen Blutkörperchen der Lymphe nur artificiell bei Durchschneidung von Blutgefässen beigemengt wurden, oder ob selbe den Lymphgefässen eigenthümlich sind, ist eine noch nicht vollkommen ausgetragene Frage.

Die chemischen Bestandtheile der Lymphe sind wie jene des Chylus gleichbedeutend mit den Bestandtheilen des Blutplasma, doch fehlt bisweilen der Faserstoff. Analysen der Thierlymphe ergaben, dass das Lymphalbumin dem Blutalbumin fast ganz identisch sei, wohl aber in einigen Beobachtungen sich als Natronalbuminat erwies. Chemische Bestandtheile.

Beispielshalber folgt hier eine Tabelle, welche mehre Analysen menschlicher Lymphe vereinigt (Marchand, Nasse, Scherer).

Bestandtheile in 1000 Grammen	I.	II.	III.
Wasser	969,19	957.60	940—950
Feste Stoffe	30,74	42,40	60—50
Faserstoff	5,20	0,37	1,63
Albumin	4,34	34,72	—
Fett	2,64	—	—
Extractivstoffe	3,12	—	—
Salze	14,44	7,31	—

Die schon beim Chylus berührte Schwierigkeit, derlei Flüssigkeit überhaupt und zumal in constanter Zusammensetzung zur Analyse zu gewinnen, erklärt die Schwankungen in den gewonnenen Resultaten der Analysen.

Von physiologischen Veränderungen in der Zusammensetzung der Lymphe wissen wir wenig anzugeben. Wichtig bleibt Brücke's Beobachtung, dass in der Lymphe der Gefässe, welche aus den Drüsen wieder austreten, mehr Lymphkörperchen vorkommen, als in derselben vorher enthalten waren. Beobachtungen über pathologische Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Lymphe mangeln bis jetzt.

Vergleich von Lymphe, Chylus und Blut.

Vergleich von Lymphe, Chylus und Blut.

C. Schmidt hat im Bulletin de l'Academie de Petersbourg IV., pg. 671, folgende interessante analytische Resultate gegeben.

Es enthalten:

1000 Gramm	Serum		Kuchen		Wasser im Serum		Wasser im Kuchen		Feste Theile in Serum		Feste Theile in Kuchen	
	I.	II.	I	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Lymphe	989,48	955 17	10,50	44,83	954.56	915,68	9,37	40,68	34,92	40,49	1.15	4, 5
Chylus	96.870	967,44	31,30	32,56	932.69	927,29	28,37	28,90	36,10	40,15	2.93	3,66
Blut	505,95	—	494,05	—	470,91	—	334,58	—	30,04	—	159,47	—

1000 Gramm. Serum						1000 Gramm. Serum				
	der Lymphe		des Chylus		des Blutes	der Lymphe		des Chylus		des Blutes
	I.	II.	I.	II.	I.	I.	II.	I.	II.	I.
Fibrin . .	—	—	—	—	—	—	48,66	83,58	38,95	6,71
Albumin . .	23,56	32,02	23,33	30,85	56,69				65,96	285,78
Hämatin . .	—	—	—	—	—	100,4	34,36	1,53	2,05	18,58
Fett und fette Säuren . .	—	1,23	0,79	0,78	1,57			2,95	1,81	3,72
Extractivstoffe	4,53	1,78	5,54	2,32	3,85	—	—	—	—	—
Mineralbestdt.	7,22	7,66	7,61	7,55	7,14	9,2	9,66	6,82	5,46	8,00
Chlornatrium	5,42	5,65	5,79	5,95	5,74	5,8	0,07	4,70	2,30	2,46
Natron . .	1,49	1,30	1,30	1,17	0,87		0,60	8,46	1,32	0,75
Kali . . .	0,03	0,11		0,11	0,14		1,07		0,70	3,19
Schwefelsäure	0,03	0.08	0,07	0,05	0,11	2,5	0,18	0,06	0,01	—
Phosphorsäure an Alkalien .	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01		0,15	0,28	0,85	1,31
an alk. Erden gebunden .	0,21	0.20	0,44	0,25	0,26	0,9	1,59	0,32	0,28	0,26
Asche . .	—	—	0,64	8,38	7,70	—	—	7,72	6,26	10,55
Kohlensäure der Asche .	—	—	1,83	0.03	0,56	—	—	0,76	0,60	0,79

Seröse Flüssigkeiten.

Seröse Flüssigkeiten.

Die serösen Flüssigkeiten kommen in allen Farbennuancen und Durchsichtigkeitsgraden vor. Im Allgemeinen nähern sie sich dem Aussehen nach mehr wieder dem Blutserum, dessen specifisches Gewicht sie jedoch selten erreichen.

Formelemente.

Formelemente characteristischer Natur kommen in diesen Flüssigkeiten, den Eiter ausgenommen, nicht vor, und sind die darin etwa enthaltenen Zellgebilde als zufällige Beimischung anzusehen.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile der serösen Flüssigkeiten sind jene des Blutplasmas oder des Blutserums, daher in denselben auch die pathologischen Beimengungen des Blutserums, als: Albuminmodificationen, Gallenstoffe, Zucker u. dgl. bisweilen gefunden werden. Manche wasserhelle, vollkommen farblose Transsudate zeigen bei längerem Stehen eine gallertartige, ziemlich ausgebreitete Gerinnung, andere, ersteren ganz ähnliche Transsudate zeigen diese Gerinnung nicht Nach A. Schmidt's früher bereits erwähnten Untersuchungen dürfte der Gehalt an Blutkörperchen Ursache der Fibringerinnung sein.

Im Allgemeinen lassen sich alle serösen Flüssigkeiten als Product der Filtration gewisser Blutbestandtheile durch thierische Membranen ansehen. Betrachten wir nun diese Bestandtheile: Fibrin, Albumin, Salze, Extractivstoffe, Wasser bezüglich ihrer Filtrationsfähigkeit, so ergibt sich von selbst, dass die Transsudate meistens reich an Wasser, arm an Fibrin sein werden, da Wasser leichter als Salzlösungen und diese endlich leichter als Fibrin, thierische Membranen durchdringen.

Die Permeabilität der Gefässwände und die Zusammensetzung des Blutes sind somit die ersten Bedingungen für die Beschaffenheit der serösen Flüssigkeiten. Stagnirt ferner das Blut in Folge verlang-

sammten Kreislaufes in einzelnen Gefässprovinzen, so werden entsprechend grössere Mengen Albumin und Fibrin durchgepresst; die Schnelligkeit der Blutbewegung ist daher von Wichtigkeit, wie nicht minder die Capillarprovinz zu beachten ist.

In jedem solchen grösseren Capillarbezirk, so in den Capillaren der Pleura, des Peritoneum, des Hirns u. s. w. sind merkliche Verschiedenheiten des Gehaltes, z. B. an Albumin, vorhanden. Ferner ändern sich länger bestehende und abgeschlossene Transsudate durch theilweise Rückfiltration des Wassers und werden demnach concentrirter. (C. Schmidt, Hoppe, W. Müller.)

Unter den physiologischen serösen Flüssigkeiten sind mehrfach untersucht und werden desshalb hier erörtert:

Cerebrospinalflüssigkeit.

Die Cerebrospinalflüssigkeit, eine unter der Aradnoidea sich vorfindende seröse, faserstofffreie Flüssigkeit, welche sehr wenig, zumal organische feste Stoffe, darunter vorwiegend Kali- und Phosphorsäure-Verbindungen enthält, stark alcalisch reagirt und ihr Albumin als Natronalbuminat gelöst hat. Hoppe wies in der Cerebrospinalflüssigkeit einen Körper nach, der sowohl Trommer's als Böttcher's Probe gibt, aber weder gährt, noch die Polarisationsebene dreht.

Die Synovia ist reicher an festen Bestandtheilen, und durch ihren Gehalt an Schleimstoff eigenthümlich fadenziehend, schlüpfrig, sonst enthält sie die gewöhnlichen Bestandtheile seröser Transsudate.

Fruchtwasser.

Das Fruchtwasser enthält ausser den gewöhnlichen Serumbestandtheilen noch Schleimstoff, Pyin oder doch einen beiden sehr verwandten Körper, milchsaure Salze, Kreatinin (?) bisweilen Harnstoff und verarmt bei längerer Dauer der Schwangerschaft immermehr an festen Stoffen.

Humor aqueus.

Im Humor aqueus wurde ausser den übrigen Transsudatelementen auch Harnstoff nachgewiesen, die

Thränen enthalten nebst Schleim die allgemeinen Transsudatstoffe.

pathologische Transsudate.

Die pathologischen serösen Flüssigkeiten enthalten theils Faserstoff, theils nicht. Jenachdem bezeichnete man bisher die serösen Transsudate in Körperhöhlen mit fibrinösem Hydrops und serösem Hydrops. Die pathologischen Transsudate enthalten ausser den gewöhnlichen Serumbestandtheilen häufig: Harnstoff (Nierenleiden), Milchsäure, Cholesterin (Cysten, Balggeschwülste), Gallenstoffe (Leberleiden), Paralbumin, Metalbumin, Parafibrin, Bernsteinsäure u. s. w.

Die pathologischen Transsudate lassen sich als Ansammlungen von Flüssigkeiten, hervorgerufen durch Kreislaufstörungen u. dgl., betrachten.

Sie kommen vor theils in serösen Höhlen des Körpers als sogenannter Hydrops, so z. B. H. pericardii, H. ascites, Hydrocele u. s. w.

Theils im Parenchym der Organe als sogenannte Oedema, so z. B. Oedema pulmonum, Oe. glottidis, Anasarca.

Endlich letztens als Inhalt neugebildeter pathologischer, seröser Säcke, so z. B. in Hydatiden, Echinococusblasen u. dgl.

Die Flüssigkeiten, welche in den Blasen künstlichen Ursprungs (Vesicantien), in Phemphigusblasen enthalten. sind, und jene, welche durch Dyssenterie oder Laxanseffecte, im Darm aus den Capillaren austreten, pflegt man auch zu den pathologischen Transsudaten zu rechnen.

Wir entlehnen des Vergleiches halber dem Lehrbuch der physiol. Chemie von Gorup-Besanez folgende Tabelle:

Bestandtheile in 1000 Theilen	Blutplasma C. Schmidt.	Cerebrospinalflüssigk. des Menschen Hoppe.	Cerebrosp.-Flüssigkeit d. Hundes C. Schmidt.	Pericard.-Flüssigkeit des Menschen Gorup-Besanez.	Fruchtwasser Scherer.	Humor aqueus des Kalbes Lohmeyer.	Glaskörper des Auges Lohmeyer.	Thränen Lerch.	Hydrops ascites J. Vogel.	Hydrops Pleurae C. Schmidt.	Hydrocele W. Müller.	Hydrocephalus acutus C. Schmidt.	Darmcapillartranssudat nach Laxanzen C. Schmidt.	Dysenterisches Transsudat C. Schmidt.
Wasser . . .	901,51	988,49	988,21	955,13	991, 4	986,870	986,400	982,0	946,0	936,0	934,0	986,8	967,7	958,6
Feste Stoffe . .	98,49	12,51	11,79	44,87	8, 6	13,130	13,600	18,9	54,0	64,0	66,0	13,2	30,3	41,4
Fibrin	8,06	—	—	0,81	—	—	0,210	—	—	0,9	—	—	—	—
Albumin . . .	81,92	1,62	2,37	24,68	0,82	1,223	1,360	5,0	33,0	52,8	51,7	3,84	1,6	15,0
Extractivstoffe .		10,52		12,69	0,60	4,210	3,224	—	13,0	3,0	5,1		20,1	14,6
Anorgan. Salze	8,51		9,48	6,69	7,10	7,697	8,802	13,2	8,0	7,4	9,2	9,48	8,58	11,8
Chlorkalium . .	0,359	—	—	—	—	0,113	0,605	—	—	—	—	2,181	2,680	—
Chlornatrium .	5,546	—	—	—	—	6,890	7,757	13,0	—	—	—	4,438	2,056	—
Schwefels. Kali	0,281	—	—	—	—	0,221	0,148	—	—	—	—	0,096	0,667	—
Phosphors. Natron	0,271	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,613	0,658	—
Natron . . .	1,532	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,842	1,966	—
Phosphors. Kalk	0,298	—	—	—	—	0,473	0,101	—	—	—	—	0,307	0,325	—
Phosph. Bittererde	0,218	—	—	—	—		0,032	—	—	—	—		0,232	—
Kalkerde . . .	—	—	—	—	—	—	0,133	—	—	—	—	—	—	—

Eiter.

Eiter

Zu den pathologischen Flüssigkeiten zählt noch der Eiter, der von den vorhererwähnten Transsudaten mehr homogener Beschaffenheit sich durch die ihm eigenthümlichen Formelemente, die Eiterkörperchen, unterscheidet. Analog dem Blut hat man desshalb beim Eiter einen flüssigen Theil, das Eiterserum und einen aufgeschwemmten, die Eiterzellen zu beachten.

Der sogenannt normale Eiter, wie ihn z. B. ein frischer Entzündungsherd liefert, ist eine gelblichweisse, sich fettig und weich anfühlende, vollkommen flüssige Substanz, von meist alcalischer Reaction und 1030—1033 specifischem Gewicht.

Formelemente.

Die Formelemente des Eiters bestehen in den Eiterkörperchen, jenen mit farblosen Blutzellen und Lymphkörperchen fast identischen Zellen von 0,004—0,005 Linien Durchmesser, ferner in Mollecularkörnern und Fetttröpfchen.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile des Eiters sind: Wasser, Albumin, Fette, Cholesterin, Extractivstoffe, anorganische Salze, worunter viel Chlornatrium.

In besonderen Fällen enthält der Eiter noch Schleimstoff (bei Entzündung von Schleimhäuten), Pyin, Pyocyanin, nach Heller Uroxanthin (im sogenannt blauen Eiter), Gallensäuren, Gallenfarbstoffe, Zucker im Eiter von Diabetikern, Harnstoff, endlich Leucin u. s. f.

Der Eiter coagulirt vermöge seines Eiweissgehaltes beim Erhitzen oder Versetzen mit entsprechenden Reagentien; er geht langsam in saure Gährung über, reagirt dann sauer, und entwickelt flüchtige Fettsäuren, und geht endlich in die alcalische Gährung d. i. Fäulniss über, welcher so mancher Eiter alsogleich nach der Secretion verfällt, und sodann Jauche genannt wird.

Frischer Eiter mit etwas Kalilauge gemengt, verwandelt sich in eine fadenziehende, glasartige Masse, welche beim Ueberschütten von einem Gefäss in das andere, ohne zu tropfen als ein compacter Klumpen erscheint.

Das Eiterserum ist concentrirter und wasserärmer als das Blutserum, es enthält fast alles Chlornatrium des

Eiters. Nasse fand in 1000 Gramm Eiterserum 17,5 Gramm. Salze, worunter 12,6 Gramm (72%) Kochsalz.

Nach Bibra enthalten 1000 Theile Eiter zwischen 93 und 231 Th. feste Stoffe, 63—180 Th. Albumin, 9—24 Th. Cholesterin und Fette, 6—9 Th. Salze.

Qualitative Untersuchung

sämmtlicher angeführter Flüssigkeiten.

Qualitative Untersuchung.

Nachdem die allgemeinen Momente, Farbe, Geruch, Reaction u. dgl. berücksichtiget sind, geht man zur microscopischen Untersuchung des Sedimentes oder anderweitig trübender Körper über. Je nach dem bekannten Ursprung der Flüssigkeit erfolgen dann einige Cardinalreactionen oder bei grösserer Wichtigkeit des Untersuchungsobjectes eine methodische Prüfung auf die wesentlichen Bestandtheile thierischer Säfte. Selbstverständlich lässt man die zu untersuchende Flüssigkeit in passender Temperatur 12 bis 24 Stunden absetzen, um etwaige Faserstoffgerinnung abzuwarten.

Quantitative Untersuchung.

Quantitative Untersuchung.

Hat sich beim Absetzen der genau gemessenen Untersuchungsflüssigkeit Faserstoff ausgeschieden, so wird durch Schlagen der Flüssigkeit mit einem Glasstab diese Ausscheidung begünstigt, hierauf die Flüssigkeit vom Gerinnsel abgegossen und dasselbe in Leinwand geschlagen und unter Wasser geknetet, mit Alcohol ausgekocht, getrocknet und als Faserstoff gewogen. Die abgegossene Flüssigkeit mit dem Knetwasser vereint, wird nach den, bei der Untersuchung des Blutserums angegebenen Methoden analysirt. Zweckmässig ist es, falls Materiale genug vorhanden ist, die Fibrinbestimmung in einer gesonderten Portion vorzunehmen.

Bei Untersuchung der Synovia hat man in einer eigenen Portion den Gehalt an Schleim durch Fällen mit 25%tiger Essigsäure zu bestimmen.

Schweiss.

Literatur: Schottin: Zeitschrift für physiologische Heilkunde Bd. XI; Lehmann: Zoochemie. — Gorup-Besanez: Lehrbuch der physiologischen Chemie.

Schweiss.

Der Schweiss, das Secret der Schweissdrüsen ist eine farblose, bald klare, bald trübe Flüssigkeit von meist saurer Reactien und eigenthümlichem wechselnden Geruch.

Formelemente.

Characteristische Formelemente mangeln im Schweiss, wohl aber enthält er Epithelien und Epidermisschuppen.

Chemische Bestandtheile.

Chemische Bestandtheile des Schweisses sind: Wasser, Fette, flüchtige Fettsäuren, Harnstoff und anorganische Salze, worunter vorwiegend Chloralkali.

Zufällig oder pathologisch treten im Schweiss auf: Ammoniaksalze, Favre's Schweisssäure, Milchsäure, Harnsäure, Albumin, Pigmente verschiedener Art (rother, blauer Schweiss):

Die Zusammensetzung des Schweisses ist ziemlich constant, ändert sich wohl etwas bei vermehrter Schweissabsonderung, bleibt sich aber wieder gleich bei andauernder copiöser Secretion. Der an verschiedenen Körperstellen wechselnde Geruch des Schweisses scheint wohl in der Zusammensetzung desselben begründet zu sein. Funke fand im Fussschweiss 13,7‰ Rückstand mit 4,0% Asche, im Armschweiss 2,4‰ Asche. Eine ungewöhnliche Vermehrung des Harnstoffes in Schweiss findet sich bei der Cholera, Zucker soll sich im Schweiss der Diabetiker finden.

Um zu Analysen grössere Schweissmengen zu erhalten, bleibt noch immer am besten, einen nackten Menschen im Dampfbad auf eine metallene Wanne zu legen und den abfliessenden Schweiss zu sammeln.

Wir geben nun des Vergleiches halber zwei Schweissanalysen von Schottin und Funke mit den zweckmässigen Aenderungen, die Gorup-Besanez an des Ersteren Berechnung angebracht hat.

In 1000 Theilen.	Schottin	Funke
Wasser	977,40	988,40
Feste Stoffe	22,60	11,60
Epithelien	4,20	2,49
Extractivstoffe	11,30	—
Harnstoff	—	1,55
Chlornatrium	3,60	—
Natronphosphat	1,31	—
Alkalisulfate		
Erdphosphate	0,39	—
Anorganische Salze	7,00	4,36

Jedenfalls ist der Schweiss sehr wasserreich und wie gesagt prävalirte unter den unorganischen Salzen das Chlornatrium.

Qualitative und quantitative Untersuchung.

Qualitative und quantitative Untersuchung.

Die qualitative Untersuchung des Schweisses besteht in der Prüfung auf die einzelnen Bestandtheile mittelst der bekannten Reagentien. Um auf flüchtige Fettsäuren zu prüfen, so versetzt man eine Probe mit etwas Schwefelsäure, destillirt und sucht im Destillat die verschiedenen Säuren: Buttersäure, Prepionsäure u. s. w. auf. Die quantitative Analyse wird bei grösseren Mengen analog der des Blutserums vorgenommen, sonst aber begnügt man sich den Gehalt an Wasser, festen und unverbrennlichen Stoffen zu bestimmen. Im Aetherextract des festen Rückstandes bestimmt man das Fett, im Alcoholextract, des mit Aether erschöpften Rückstandes Harnstoff, Zucker u. dgl. und gewinnt im Wasserextract endlich die noch übrigen Extractivstoffe, während der letzte Rest als Gemenge von Epithelien, Epidermisschuppen und ähnlichen Stoffen betrachtet werden kann.

Samen.

Samen.

Der thierische Samen ist eine dickflüssige klebrige weissliche Flüssigkeit von meist neutraler Reaction.

Formelemente.

Wesentlich sind die Formelemente: die Samenfäden, auch Spermatozoiden genannt, 0,012 bis 0,014‴ lange sich lebhaft bewegende, an einem Ende (Kopf) kolbenförmig aufgetriebene Gebilde; die Samenkörnchen und Samenzellen, Körnchen oder blasse mit granulirtem Inhalt gefüllte, den farblosen Blutkörperchen ähnliche Zellen. Erstere sind im Samen von der Pubertät oder auch im Greisenalter letztere nach der Pubertät im Samen zu beobachten. Die chemischen Bestandtheile sind schwierig zu bestimmen, da mit dem Samen auch stets Prostataflüssigkeit abgesondert wird. Man nimmt einen eigenen Stoff, das Spermatin an, der auf Alcoholzusatz zum Samen fällt. Im getrockneten Samen löst Wasser nicht mehr, wohl aber verdünntes Alkali, das Spermatin und Essigsäure fällt es wieder.

Chemische Bestandtheile.

Zur gerichtlichen Erkennung des Samen ist der microscopische Nachweis der Samenfäden, welche der Fäulniss lange widerstehen, unbedingt nöthig. Man sammelt den Samen in einem spitz ausgezogenen Röhrchen, damit sich die Samenfäden gut absetzen können, und untersucht dann den untersten Tropfen. Der characteristische Geruch (Orfila), das Wiedersteifwerden der Wäsche nach dem Ausziehen mit destillirtem Wasser, das Fahlwerden der erhitzten Samenflecke (Reinsch) sind allerdings brauchbare aber ohne Auffindung der Samenfäden ungenügende Merkmale bei einer gerichtlichen Untersuchung.

Gerichtlicher Nachweis.

Schleim.

Literatur: Schlossberger: Monographie des Schleimes, in dessen Thierchemie 1856

Schleim.

Das Secret der Schleimhäute und ähnlicher, wenn auch drüsenloser Auskleidungsmebranenm verschiedener Körperhöhlen (z. B. Stirnbeinhöhlen) gemeinhin unter der Bezeichnung Schleim zusammengefasst ist eine eigenthümliche, klebrige, fadenziehende, glasartige, durchsichtige oder auch trübe Flüssigkeit ohne Geschmack und Geruch und ohne constante Reaction. Die Formelemente des Schleimes sind: Schleimkörperchen, auch cytoïde Körperchen genannt, welche mit den Eiter und weissen Blutzellen identisch zu sein scheinen, und bisweilen sehr gross, mit mehreren Kernen vorkommen; pathologische Processe der Schleimhäute bedingen eine starke Vermehrung dieser Zellen; Epithelialzellen der verschiedensten Art, je nach der Structur der Membranen; welche den Schleim erzeugen, oder über welche derselbe fliesst; Körnchenzellen (Entzündungskugeln) Fetttröpfchen, Pigmentmolecüle u. s. w.

Formelemente.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile des Schleimes sind Wasser, Mucin, Fette, bisweilen Albumin, Salze des Blutserums mit prävalirenden Chloriden. Der Schleimstoff, welcher das chemische Verhalten des Schleims wesentlich bedingt, ist aller Wahrscheinlichkeit nach theils vollkommen gelöst im sogenannten löslichen Schleim, theils nur aufgequollen im sogenannt quellenden Schleim. Ob der Gehalt an Alkali die Löslichkeit und umgekehrt der Mangel desselben das Quellen des Schleims verursache (Simon), ist wohl nicht erwiesen, aber sehr wahrscheinlich.

Untersuchung.

Bei Untersuchung grösserer Schleimmengen fälle man zuerst durch vorsichtigen Zusatz von Essigsäure (Neutralisation des Alkalis, das Mucin und untersuche dann das Filtrat weiter auf organische und unorganische Stoffe. Die Mucinfällung wird mit heissem Alcohol gewaschen, um Salze u. dgl. zu entfernen und mit kochendem Wasser extrahirt, wo sich dann das Mucin löst und so ziemlich rein aus der wässrigen Lösung durch Abdampfen gewonnen werden kann. — Pathologische Veränderungen in der Schleimsecretion hat man bisher noch nicht beobachtet, ausgenommen beim Catarrh der Nasenschleimhaut, wo der Schleim vermöge eines eigenthümlichen Fettes gelblich und dick wird.

Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung des Schleims ist ziemlich wechselnd, doch weiss man, dass der lösliche Schleim wasserreicher, als der quellende ist und von letzterem der Lungen- und Trachealschleim mehr Wasser enthält als der Nasenschleim.

Bestandtheile für 100 Theile.	Löslich. Schleim	Quellender Schleim	
	Schleim aus dem Fötusmagen	Lungenschleim	Nasenschleim
Wasser . . .	986,0	956,0	880,0
Feste Stoffe . . .	14,0	44,0	120,0

Colloid.

Das Colloid, eine in gewissen pathologischen Neugebilden vorkommende schleimige Masse, ist in seinem Verhalten ähnlich dem Mucin, wenn gleich es sich bisweilen in Essigsäure löst. Nach Untersuchungen nähert sich die Zusammensetzung des Colloids jener des Chitins.

Chondroiten.

Die Schleimsteine sind Concretionen, welche sich hier und da in Schleimhöhlen finden und sich theils frei, theils um einen anderweitig herrührenden Kern bilden.

Verhärteter Schleim, Erdphosphate, Alkalicarbonate, Fett sind die gewöhnlichen Bestandtheile dieser Chondroiten. Man fand solche in der Nase, der Trachea, der Lunge, den weiblichen Geschlechtstheilen u. s. w.

Sputa.

Sputa.

Wir fassen unter obiger Bezeichnung eine Menge von Stoffen zusammen, welche theils von der Schleimhaut, welche die Nasenhöhlen, die Mundhöhle, die Trachea, den Larynx und die Bronchien auskleidet, herrühren, theils von den Speicheldrüsen in die Mundhöhle abgesondert werden, endlich auch zufällig in diesen Regionen vorhanden sind, wie z. B. Speisereste, Pigmente u. dgl. Man hat es hier selbstverständlich immer mit einem Gemenge der variabelsten Zusammensetzung zu thun. Farbe, Reaction, Consistenz, Bestandtheile wechseln fortwährend und eine quantitative Analyse der Sputa hat daher kaum irgend einen Werth, wohl aber ist eine genaue qualitative Untersuchung bisweilen sehr erfolgreich. Die Formelemente des Schleims und Speichels sind den Sputis immer beigemengt, was wohl zu beachten ist.

Qualitative Untersuchung.

Die qualitative Untersuchung der Sputa ist mit der microscopischen Untersuchung derselben einzuleiten: Man findet da: Epithelien aller Art, Muskelfasern (von Speisen), aber auch Eiterzellen, Faserstoffgerinnsel, Pigmentzellen, Fetttropfen, zerstörtes Lungengewebe, elastisches Gewebe (einzelne elastische Ringe); Ammoniak-Magnesiakrystalle, Cholesterinkrystalle (letztere zwei Stoffe in den Sputis Tuberculoser).

Man prüft zunächst auf die chemischen Bestandtheile. Ausser den bereits erörterten Bestandtheilen des Schleimes und Speichels sind unter normalen Verhältnissen kaum anderweitige Stoffe in den Sputis zu finden.

In pathologischen Fällen jedoch finden wir die Producte der entzündeten Schleimhäute, die verschiedenen in Lungen-Cavernen sich umsetzenden Verbindungen wieder. So enthalten die Sputa Blut (rostbraune Sputa bei Pneumonie), Eiter, sogar Jauche und Gewebstrümmer. Microchemische Untersuchungen auf die einzelnen vermutheten Bestandtheile sind schnell und unschwer durch die bekannten Reactionen auszuführen. Selbstverständlich ist in den eiterhältigen Sputis Albumin nachzuweisen. Ist man demnach trotz der

microscopischen Untersuchung im Zweifel, ob man es mit einfach schleimigen oder mit schleimig-eitrigen Sputis zu thun habe, so filtrirt man die Sputa mit wenig Wasser, erhitzt und gibt ein Tröpfchen Essigsäure zu. Tritt Gerinnung ein, so kann man die Sputa als eitrige betrachten. Die Sputa Tuberculoser reagiren bisweilen sauer, was dem Gehalt derselben an Eiter, der in saurer Gährung begriffen ist, zugeschrieben werden muss.

Quantitative Untersuchung.

Bamberger untersucht die Sputa in den wichtigsten Lungenerkrankungen auf ihren Gehalt an anorganischen Stoffen.

So mangelhaft jede Analyse der Sputa wegen der unvermeidlichen Mischung mit Schleim und Speichel der Mundhöhle sein muss, so ergibt doch die Arbeit Bamberger's interessante Resultate.

Es enthalten:

1000 Theile Sputa	1. Chronischer Bronchial-Catarrh.	2. Bronchiectas.	3. Chronische Lungen-Tuberkulose	4. Acute Tuberkel-Infiltration	5. Entzündliches Stadium der Pneumonie.	6. Lösungsperiode der Pneumonie.
Wasser	95,622	93,857	94,553	92,389	94,212	—
Organische Salze	3,705	5,356	4,671	6,882	4,526	—
Salze	0,673	0,787	0,776	0,738	1.262	—
1000 Theile Asche enthalten:						
Chlorkalium . .	—	1,309	8,106	—	42,827	9,092
Chlornatrium .	76,176	56,828	52,626	55,043	28,236	70,558
Phosphors. Kalk	23,414	30,516	30,357	32,930	Spur	2,424
Schwefels. Kali	2,709	3,508	1,528	1,743	18,230	5,698
Kohlens. Kali .	2,055	3,171	1,168	0,457	5,590	6,542
Kohlens. Natron	—	—	—	4,252	—	—
Phosphors. Kalk	2,437	1,543	1,627	4,322	2,108	3,961
Phosph. Magnesia	Spur	1,606	1,204			
Phosph. Eisenoxyd	0,093	0,440	0,090	0,141	1,028	0 422
Carbonate u. Sulf. v. CaO u. MgO	0,475	0,954	1,743	0,218	1,331	0,886
Kieselerde . . .	1,036	0,166	0,090	0,300	1,630	0,181
Verlust . . .	0,605	0,032	0,651	0,584	0,020	0,266

Vergleichen wir die Sputa im Entzündungstadium und in der Lösungsperiode der Pneumonie, so fällt vor Allem das umgekehrte Verhältniss im Gehalt an Kali und Natron auf, dessgleichen der Mangel an Alcaliphosphaten im Entzündungsstadium.

Untersuchung der Verdauungssäfte.

Literatur: Wright. Physiologie und Pathologie des Speichels 1842, deutsch von Dr. Eckstein, Bidder und Schmidt. Verdauungssäfte und Stoffwechsel, Mitau 1852; Ludwig: Lehrbuch der Physiologie 2. Auflage Bd. II.; Lehmann: Zoochemie 1858; Lehmann: Lehrbuch der physiologischen Chemie, II. Auflage; Claude Bernard: Leçons de physiologie experiment. Paris 1856; Brücke: Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie d. W. zu Wien Bd. XXXVII; Frerichs: Artikel Verdauung im Handwörterbuch der Physiologie III. 842; Claude Bernard memoire sur le pancreas, Paris 1856; Kölliker und H. Müller: Bericht über die in der physiologischen Anstalt zu Würzburg angestellten Versuche; endlich Arbeiten von: Nasse, Strecker, Arnold, Schlossberger, Gorup-Besanez, Scherer u. s. w. über Absonderungsgrösse und Constitution der Galle.

Wir begreifen unter dieser Bezeichnung die Untersuchung des Speichels, Magensaftes, Pancreassaftes, Darmsaftes und schliesslich der Galle. Die eigentliche Methode der Analyse ist mit geringer Abänderung für diese Secrete, mit Ausnahme des Speichels und der Galle, fast die gleiche. Wir schicken den Methoden einen kurzen Abriss der Chemie obgenannter thierischer Flüssigkeiten voran.

Speichel.

Speichel.

Der Speichel, wobei wir den sogenannt gemischten Mundspeichel verstehen, ist eine farblose, zähe, fadenziehende Substanz von meist alcalischer Reaction, welche bei längerer Nüchternheit in neutrale, ja in pathologischen Fällen bisweilen in saure Reaction umschlägt. Das specifische Gewicht des Speichels wird zwischen 1,004 und 1,0065 angegeben. Lässt man den Speichel in einem passenden Gefäss absetzen, so scheidet sich am Boden ein

Gemenge verschiedener Formbestandtheile in Gestalt eines flockigen Niederschlages aus.

Formelemente.

Diese Formelemente bestehen grösstentheils aus Pflasterepithelien und Speichelkörperchen, d. i. zelligen Gebilden, welche von den Schleimzellen nicht zu unterscheiden sind.

Chemische Bestandtheile.

Der gemischte Speichel enthält selbstverständlich auch das Secret der Schleimhaut des Mundes, und es ist daher eine genaue Angabe der dem Speichel allein angehörigen chemischen Stoffe sehr schwierig. Wir kennen von den chemischen Bestandtheilen der Mundflüssigkeit: Wasser, Mucin, Spuren von Albumin (?), Extractivstoffe (Ptyalin), Spuren von Fetten, Rhodankalium und die gewöhnlichen anorganischen Salze thierischer Secrete. Unter gewissen, zum Theil pathologischen Bedingungen fand man auch Harnstoff, Gallenfarbstoff, Milchsäure, Leucin. In Folge medicamentöser Einwirkung treten Jod und Jodmetalle, Quecksilber und dessen Verbindungen im Speichel auf. Kocht man Stärke und bringt selbe dann mit Speichel bei 35 bis 40° C. zusammen, so kann man in kürzester Zeit Zucker nachweisen. Ebenso wandelt der Speichel das Glycogen der Leber in Zucker um, und zwar kommt diese Eigenschaft dem Speichel eigenthümlich, ohne Mithülfe des Mundschleimes zu.

Ptyalin.

Wenn nun auch kaum zu bestreiten ist, dass die zuckerbildende Kraft im Wege der Gährung sich äussere, somit die Gegenwart eines Fermentes angenommen werden muss, so war man doch bisher nicht so glücklich dieses Ferment aufzufinden. Man hat es mit dem Namen Speichelstoff, Ptyalin, belegt, aber alle derzeit bekannten Speichelstoffe (Berzelius, Tiedemann und Gmelin, Lehmann, Wright, Mialhe) ergeben sich bei näherer Betrachtung als unwirksam und unbetheiligt bei dem erwähnten Gährungsprocess.

Die Zusammensetzung des Speichels ändert sich im Ganzen unter physiologischen Verhältnissen wenig. Der Gehalt an festen Stoffen ist relativ vermehrt: im Anfang der Entleerung, bei Secretion durch Reizung des Sympathicus; ist relativ vermindert: bei längerer Dauer der Secretion, bei Secretion durch Reizung des Trigeminus, bei Secretion durch Geschmacksreflexe. Bei

gesteigerter Kochsalzzufuhr steigt auch der Gehalt des Speichel-Kochsalzes

Unter pathologischen Verhältnissen findet sich: Milchsäure im Speichel bei Diabetes mellitus, Gallenfarbstoff bei Leberleiden, Harnstoff (auch im physiolog. Zustand) bei Morb. Brghtii, Leucin bei Hysterie.

Quecksilber findet sich, wie bekannt, nach medicamentöser Zufuhr, erscheint aber erst nach längerer Salivation mit Rhodankalium gesellt im Speichel, der alsdann dünnflüssiger und ärmer an festen Bestandtheilen wird.

Analyse des Speichels.

Analyse.

Eine gewogene Menge Speichels wird im Wasser- und Luftbad getrocknet, gewogen, hierauf eingeäschert, gewogen und hieraus der Gehalt an Wasser, festen und feuerbeständigen Stoffen berechnet.

Eine weitere gewogene Probe wird filtrirt, nachdem man selbe mit etwas Wasser verdünnt hat. Geht das Filtriren dessungeachtet schwer vor sich, so dampfe man die Probe nahe zur Trockene ein und versetze mit etwas Essigsäure. Der Schleim wird hierbei unlöslich, und man bringt nun die Masse auf ein getrocknetes, gewogenes Filter, wäscht mit etwas Wasser nach, trocknet das Filter (mit Schleim und Epithelien) und wiegt. Das Gewicht ist = Epithelien und Schleim, das Filtrat wird abgedampft, der Rückstand mit Alcohol ausgezogen und hierdurch ein von schwefelsauren Salzen freies Extract gewonnen. Man dampft selbes abermals ab, nimmt mit Wasser auf, setzt zu dieser wässrigen Lösung chlorsaures Kali, erhitzt, gibt etwas Salzsäure zu und hat dadurch allen Schwefel des Schwefelcyancaliums in Schwefelsäure verwandelt. Man fällt nun mit Chlorbarium, filtrirt den Niederschlag auf ein kleines Filter von bekanntem Aschengehalt, wäscht, trocknet, glüht und wiegt. Man erhält den Werth für den gebildeten schwefelsauren Baryt. Die Umrechnung von diesem auf Rhodankalium oder Rhodannatrium erfolgt leicht nach dem Ansatze:

1000 Theile BaO. SO_3 entsprechen 25,11 Rhodan (Schwefelcyan.)

41,91 Rhodankalium
35,05 Rhodannatrium

Zieht man von dem Gewichte der festen Stoffe überhaupt das Gewicht von Epithelien, Schleim, unverbrennlichen Stoffen und Rhodankalium ab, so mag die Differenz als Werth für den Speichelstoff und das Alcoholextract gelten.

Man erprobt die Wirkung des Speichels bei der Zuckerbildung (zumal eines Vergleiches mit andern Zuckerbildung befördernden Flüssigkeiten halber) durch folgenden Versuch: 2 Gramm Amylum verreibt man in einer Reibschale mit Wasser, leert in eine Porcellanschale über und erhitzt darauf zum Kochen. Nach einiger Zeit lässt man erkalten und verdünnt bis auf 100 C. C. Man bringt nun gemessene Mengen dieser Amylumlösung mit gemessenen Mengen Speichels (oder einer anderweitigen zu vergleichenden Flüssigkeit) zusammen, schüttelt gut und lässt in gleicher Zeit und Temperatur die Substanzen auf einander wirken. Man setzt dann ziemlich viel Alcohol zu den Proben, erhitzt zum Kochen, filtrirt und titrirt den Zucker im Filtrat nach bekannten Regeln. Je nach der grösseren oder geringeren Menge des Zuckers wird natürlich die stärkere oder schwächere Einwirkung des Speichels u. s. w. bemessen.

Speichelsteine.

Die Speichelsteine sind Niederschläge gewisser normaler Bestandtheile des Speichels, die unter krankhaften Bedingungen unlöslich werden. Meist bestehen selbe aus phosphorsaurem Kalk, Magnesia und aus Kalksalzen, die sich im Kalkcarbonate umsetzen. Sie finden sich in den Speicheldrüsen, bleiben hier eingeklemmt und werden demgemäss immer voluminöser oder entleeren sich mit der Speichelentleerung.

Der sogenante Weinstein der Zähne ist nichts Anders als erst in der Mundhöhle entstandener Speichelstein. Die anorganischen Stoffe dieser Steine sind durch organische, eingeschobene Materien innig, conglomeratartig verbunden.

Magensaft.

Magensaft.

Die an der grossen Curvatur des Magens hauptsächlich gelagerten Labdrüsen sondern ein Secret ab, welches sensu strictiori Magensaft genannt wird. Selbstver-

ständlich ist dieses Secret gemengt mit dem abfliessenden Speichel der Mundhöhle und dem Product der Magenschleimhautdrüsen.

Der Magensaft, so weit man ihn nach Anlegung einer Magenfistel und Unterbindung der Speicheldrüsen rein erhalten konnte, stellt eine farblose, ziemlich klare, sauer reagirende Flüssigkeit von 1,001 bis 1,010 specifischem Gewicht dar, die, wenige Labzellen und Zellenkerne abgerechnet, nur zufällige Formelemente enthält.

Formelemente.

Unter pathologischen Verhältnissen, chronischen Magencatarrhen, Neubildungen, enthält der Magensaft nicht selten Pilze (Sarcina ventriculi Goodsir) von characteristischer Form; Blut bei Magengeschwüren.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile des sogen. normalen, speichelfreien Magensaftes sind ausser den Elementen des Schleims: Wasser, Kochsalz, geringe Mengen Chlormetalle des Kaliums, Ammoniums, Calciums und Magnesiums, organische extractive Materien, worunter das unter dem Namen Pepsin bekannte Verdauungsprincip, endlich freie Säuren: Salzsäure, Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure.

Als pathologische oder doch zufällige Beimengungen wurden beobachtet: Gallensäuren und Gallenpigmente, Harnstoff und kohlensaures Ammoniak bei Urämie.

Salzsäure des Magensaftes.

Bezüglich der freien Säuren des Magensaftes ist es leicht erklärlich, dass der Mageninhalt nach eingenommener Nahrung Buttersäure und milchsaure Salze enthalte, zumal man weiss, dass auch bei der Verdauung der Knorpeln sich Zucker respective Milchsäure bilden kann. Da nun ferner constatirt ist, dass nach längerem Hungern, bei leerem Magen sich ein von Salzsäure sauer reagirender Magensaft vorfindet, so ergibt sich von selbst die nothwendig erfolgende Sättigung dieser freien Salzsäure, und das Freiwerden von Butter und Milchsäure.

Es scheint nun, dass die Salzsäure directe von den Labdrüsen secernirt werde, und wenngleich eine Zersetzung von Chlormetallen hierbei vorausgesetzt werden muss, so ist doch der Modus dieser Spaltung bisher noch unbekanut

Brücke vermuthet einem unter Nerveneinfluss zu Stande kommenden, der electrolytischem Spaltung ähnlichen Vorgang.

Bei geringem Säuregehalt wandelt der Magensaft Zucker in Milchsäure, Albuminate in Peptone und zwar letzteres bei vermehrtem Säuregehalt rascher als sonst. Glutin, Chondrin und leimgebende Gewebe gehen in peptonähnliche Stoffe über.

Wie wir schon Seite 66 erörterten, sind die wesentlichsten Bestandtheile des Magensaftes das sogenannte Pepsin und die freie Salzsäure.

Bemessung der Magensaft-Wirkung.

Um den Wirkungsgrad des Magensaftes respective seinen Gehalt an Pepsin und freier Säure wenigstens vergleichsweise abschätzen zu können, lässt man auf eine gewogene Menge frisch coagulirten Hühnereiweisses in einem passenden Gefäss eine gemessene Menge des fraglichen Magensaftes bei 38—40° C. etwa 6 Stunden einwirken, spült dann das Eiweis ab, trocknet bei 120° C. und wiegt. Eine zweite Menge desselben frischcoagulirten Hühnereiweisses wird sogleich bei 120° C. getrocknet und gewogen.

Aus der Differenz des Gewichtes nach dem Trocknen lässt sich auf den Verlust der ersten Eiweissportion durch die Einwirkung des Magensaftes und sohin auch auf dessen Wirkungswerth selbst schliessen.

Die Metamorphosen, welche durch die Einwirkung des Magensaftes mit den Albuminaten vorsich gehen, wurden experimentell mittelst künstlicher Verdauungsflüssigkeit als Umwandlungen der Albuminate in verschiedene Körper befunden, welche wir bereits an einem frühern Ort mit dem Collectivnamen Peptone bezeichneten. Meissner characterisirte diese Körper durch ihr Verhalten gegen verschiedene Reagentien. Nebst den bereits besprochenen Peptonen und Parapeptonen sind noch zu erwähnen:

Peptone.

Metapepton.

Metapepton wird in seinen Lösungen auch durch stärkeren Säurezusatz gefällt, verhält sich aber indifferent gegenüber schwachem Ansäuern oder Alcoholzusatz, und trennt sich somit von dem hierdurch präcipitirenden Parapepton.

Dyspepton. Dyspepton, ein Product der Caseïnverdauung, welches aus der Lösung des Caseïns sich langsam spontan ausscheidet.

Brücke ist der Ansicht, dass alle Variationen der Peptone schliesslich sich in Peptone umwandeln, mit welchen Albuminatverwandlungen die Verdauungsrolle des Magensaftes beendet sei.

Dass die Beschaffenheit und die Quantität der Albuminate, der Grad des Wirkungswerthes der Verdauungsflüssigkeit und die Temperatur, wesentlich für die Zeit und Vollkommenheit der Magenverdauung sind, ergibt sich von selbst.

Bei der ungenügenden Kenntniss, welche wir über die pathologischen Beimengungen des Magensaftes haben, ist die Kenntniss pathologisch alienirter Verdauungsvorgänge unter Einwirkung des Magensaftes noch sehr gering.

C. Schmidt fand in 1000 Theilen speichelhaltigen Magensafts des Menschen:

Wasser	994,40
Feste Stoffe	5,60
Organische Stoffe	3,19
Chlornatrium	1,46
Chlorkalium	0,55
Chlorkalcium	0,06
Freie Salzsäure	0,20
Phosphate	0,12

Zu bemerken ist hierbei, dass die Bestimmung des festen Rückstandes in Magensaft ziemlich schwierig ist, da beim Abdampfen fortwährend freie Säuren abdampfen und der Rückstand noch bei 120° C. Wasser zurückhält. Man versetzt daher zweckmässig die zur Rückstandbestimmung abgewogene Portion Magensaftes mit einer gewogenen Menge trockenen kohlensauren Natrons. Die freien Säuren werden hierdurch neutralisirt und Chlorcalcium und Chlormagnesium in Chlornatrium und kohlensaure Erden verwandeln, als welche sie sich dann vollkommen trocknen lassen. Das kohlensaure Natron wird sodann bei der Berechnung in Abzug gebracht.

Pancreassaft.

Pancreassaft.

Durch Anlegung einer Fistel gewinnt man das Secret der Bauchspeicheldrüse ziemlich rein, und es zeigt sich dasselbe als eine farblose, schwach fadenziehende, alkalisch reagirende Flüssigkeit, deren Formelemente mit Ausnahme mehr minder zerstörter Drüsenzellen nichts Characteristisches bieten.

Formelemente.

Chemische Bestandtheile.

Als chemische Bestandtheile finden sich: Wasser, Pancreatin (vergl. Seite 54), bisweilen Leucin, Fett und die Salze des Blutserums mit Ausnahme der Alkalicarbonate.

Pathologische Alienationen des Bauchspeichels sind uns mit Ausnahme einer Beobachtung Hoppe's (Harnstoff im Pancreassaft einer Icterischen) fast keine bekannt. In Betreff der Arzneikörper wissen wir vom Jodkalium, dass es schnell in den Pancreassaft übergeht.

Die Eigenschaft dieses Saftes rohes und gekochtes Amylum rasch in Traubenzucker zu verwandeln u. s. w. geht auch auf die wässrige Lösung des durch Alcoholzusatz im Pancreassaft entstandenen Niederschlag (Pancreas-diastase) über. Mit Fetten bildet Pancreassaft eine bleibende Emulsion.

Analog dem Magensaft peptonisirt er die Albuminate, und wandelt Parapeptone und Dyspepton in Peptone um.

C. Schmidt fand bei seinen quantitativen Analysen folgende Mittelzahlen für die Zusammensetzung des Pancreassaftes in 1000 Theilen:

Wasser	980,45
Feste Stoffe	19,55
Pancreatin	22,71
Salze	6,84
Natron (an Pancreatin gebunden)	3,31
Chlornatrium	2,50
Chlorkalium	0,93
Erdphosphate und Eisenoxyd	0,08
Phosphorsaures Natron (neutrales)	0,01
Magnesia (an Paucreatin gebunden)	0,01

Der Wassergehalt des Pancreassecretes nimmt bei längerer Secretion zu.

Analyse des Pancreassaftes unter pathologischen Verhältnissen liegen derzeit noch keine vor.

Erwähnenswerth bleibt schliesslich C. Schmidt's Theorie, wonach Chlornatrium sich im Pancreas zerlege in Chlorwasserstoffsäure, die durch Labdrüsen des Magens ausgeschieden wird, und in Natron, welches mit dem Pancreatin sich verbindet.

Darmsaft.

Darmsaft.

Die Lieberkühn'schen Drüsen der Darmschleimhaut sondern einen Saft ab, der nach Unterbindung des Ductus choledochus und Ductus Wirsungianus aus einem möglichst chymusfreien Darm wenigstens annähernd rein gewonnen werden kann, und mit dem Namen Darmsaft bezeichnet wird.

Formelemente.

Nach Bidder und Schmidt's Untersuchungen ist der Darmsaft eine farblose, klebrigschleimige, alcalische Flüssigkeit, deren Formbestandtheile, abgesehen von Drüsenzellen, Epithelien, Fett, nichts Characteristisches darbieten.

Chemische Bestandtheile

Die chemischen Bestandtheile des Darmsaftes sind nur sehr oberflächlich erforscht. Er enthält kein Albumin, einen durch Bleizucker und Weingeist fällbaren Körper und keinen Schleimstoff.

Quantitative Bestimmungen der einzelnen Bestandtheile des Darmsaftes sind bei dem niederen Standpunkte der qualitativen Analyse dieses Secretes an und für sich von sehr relativem Werth.

Zur Vergleichung diene C. Schmidt's Analyse eines filtrirten Darmsaftes vom Hund, der mit Pancreassecret und Galle gemengt war.

Wasser	965,33
Feste Stoffe	34,67
Pancreatin, Darmsaft-Ferment, unlösl. Salze . .	9,55
Gallensaure Salze . . .	16,57
Taurin	0,26
Fette	0,70
Extractivstoffe	3,72

Kalium	0,15
Natrium	1,45
Chlor	2,11
Erdphosphate	0,06

Der Darmsaft löst geronnenes Albuminate auf, und verwandelt Stärke in Zucker.

Untersuchungsmethode.

Untersuchungs-Methode.

Hat man grössere Mengen von Magensaft, Pancreassaft oder Darmsaft zur Verfügung, so versuche man eine quantitative Bestimmung der einzelnen Bestandtheile.

Eine Partie der zu untersuchenden Flüssigkeit wird abgewogen, verdunstet, getrocknet und abermals abgewogen. Man erfährt so die Menge des Wassers und der festen Stoffe. Der Rückstand wird gepulvert und mit Aether erschöpft, das ätherische Extract verdampft und der Rückstand als Fett berechnet; den mit Aether erschöpften Rückstand extrahirt man hierauf mit Alcohol und erhält so das Alcoholextract, schliesslich durch Auskochen mit Wasser das Wasserextract. Sämmtliche Extracte werden abgedampft, getrocknet und gewogen.

Der noch unlösliche Rest des Rückstandes besteht zum grösten Theil aus Formbestandtheilen und unlöslichen Eiweissstoffen.

Eine gewogene Menge der Flüssigkeit wird abgedampft, eingeäschert, und hieraus der Gehalt an anorganischen Stoffen berechnet.

Galle.

Galle.

Die Galle, das sich in der Gallenblase ansammelnde Secret der Leber, ist von gelbbrauner Farbe, die wohl auch vom Lichtgelben bis zum Schwarzbraunen wechselt, und einer mehr zähen, fadenziehenden Consistenz, welche ihrerseits bisweilen in Dünnflüssigkeit, bisweilen in theerartige Verdickung übergeht. Das specifische Gewicht der Galle schwankt zwischen 1,026 und 1,032, der Geschmack derselben ist characteristisch bitter, und ebenso bitterlich ist der Geruch, dem wenigstens bei der Menschengalle keine aromatische Beimengung zu-

kommt. Die Galle reagirt neutral, höchstens sehr schwach alcalisch, eine vorherrschend alcalische Reaction deutet auf Zersetzung derselben, welche in der Art einer eigenthümlichen Gährung, der Gallengährung, vorsichgeht, und Infusorienbildung, Krystallisationen von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia, Entwicklung übelriechender Gase u. dgl. bedingt.

Formelemente.

Die Formelemente der Galle erweisen sich meist als fremde Beimischungen: Epithelien und Körnchenzellen, welche den Auskleidungen der Gallenausführungsgänge entstammen.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile der Menschengalle sind der Wesenheit nach:

Taurocholsaures Natron, etwas glycocholsaures Natron, Cholesterin, Fett, Gallenblasenschleim, Gallenfarbstoffe, Chlornatrium, Chlorkalium, phosphorsaures Natron, Erdphosphate, Spuren von Eisen, Mangan, Kupfer.

Unter pathologischen Verhältnissen finden sich in der Galle: Harnstoff (Cholera, Mb. Bgthi), Milchsäure, Leucin und Tyrosin (Typhus), Blut, Eiter, Zucker (Diabetes).

Auch verschiedene fremde Stoffe der Einfuhr, so Antimon, Arsenik, Kupfer, Zink, Jodkalium, Ferrocyankalium, gelangen in die Galle.

Die einzelnen Reactionen auf Gallensalze, Gallenpigmente u. s. f. sind uns bereits aus dem allg. Theil bekannt, und so erübrigt uns nurmehr die Erörterung der Gallenanalyse.

Es gehört zu den schwierigen Dingen frische Menschengalle zu erhalten. Die meisten Untersuchungen mussten demnach an der Thiergalle (Rinds- und Schweinsgalle) angestellt werden. Doch besitzen wir von Frerichs und Gorup-Besanez einige Analysen frischer den Leichnamen Verunglückter oder Justificirter entnommenen Galle.

Qualitative Analyse.

Qualitative Analyse.

Die qualitative Prüfung der Galle besteht im Nachweis von Gallenfarbstoff, Gallensäuren. Zukker kann directe mit Trommer's oder Böttger's

Probe aufgesucht werden, da die Galle keine anderweitigen, reducirenden Substanzen enthält, wohl aber sind geringe Mengen Zuckers schwer zu erkennen, da einerseits die Färbung der Galle hinderlich ist, anderseits bei der Entfärbung mit Spodium kleine Quantitäten Zucker verloren gehen. Harnstoff, Leucin, Ammoniak, sucht man im alcoholischen Extract auf. (Vergleich qualit. Analyse des Blutserum.)

Bisweilen ist die Gallenblase enorm ausgedehnt, und mit einem fremdartigen meist lichtgefärbten flüssigen Inhalt gefüllt.

Die Untersuchung von derlei meist bei schweren Leberleiden, Cholera vorkommenden Flüssigkeiten, wird auf gleiche Weise wie jene der Transsudate vorgenommen. (Vergl. qual. Analyse des Blutserum, Analyse der Transsudate.)

Quantitative Analyse.

Quantitative Analyse.

Die quantitative Bestimmung der Galle wird zweckmässig nach Frerichs' Methode vorgenommen.

Wasser und Rückstand.

Wasser und feste Stoffe bestimmt man durch Abdampfen einer gewogenen Menge Galle im Wasserbad und Trocknen im Luftbad bei einer 110^0 C. nicht übersteigenden Temperatur. Man bringe den Rückstand, der wo möglich im Vacuum über Schwefelsäure ganz vom Wasser befreit wurde, vorsichtig und schnell zur Wage, um erneute Wasseranziehung hintanzuhalten und wäge.

Der getrocknete Rückstand ist gleich dem festen Stoffen der Galle; die in Arbeit genommene Gallenmenge, vermindert um den festen Rückstand, ist gleich dem Gewicht des Wassers.

Fette.

Die Fette werden im Gallenrückstand bestimmt, der zu dem Zweck in einem erwärmten Mörser fein zerrieben wird. Ein Theil hiervon wird in einem genau gewogenen Glaskölbchen abgewogen und so lange mit Aether extrahirt, bis derselbe nichts mehr aufnimmt. Die ätherischen Auszüge werden in einem gewogenen Becherglas verdunstet, gewogen, und als Gewicht der Fette, des Cholestearins und etwa noch ein oder des andern in Aether löslichen Zersetzungsproductes der Galle z. B. Chol-

säure berechnet. Man behandle nun diesen Aetherrückstand mit wässrigem Weingeist, und verdampfe auch dieses Extract. Der etwaig erhaltene Rückstand, welcher die dem Fett beigemengten Stoffe enthält, wird vom Aetherrückstand abgezogen und die Differenz ergibt den wahren Gehalt an Fetten.

Schleim. Den Gallenblasenschleim bestimmt man in dem entfetteten Gallenrückstand durch Ausziehen desselben mit kochendem starken Weingeist. Man filtrirt diese Auszüge durch ein getrocknetes und gewogenes Filter, bringt endlich auch den erschöpften Rückstand auf selbes, und wäscht mit kochendem Alcohol nach. Man trocknet, wägt, und nach Abzug des Filtergewichtes erhält man das Gewicht des Schleims mit etwas Farbstoff.

Gallensäuren. Die gallensauren Salze sind mit etwas Farbstoff im alcoholischen Filtrat enthalten, welches daher in einer gewogenen Schale verdunstet, und nachgerade bei 120° C. bis zum constanten Gewicht getrocknet wird. Der Rückstand besteht aus glykochol- und taurocholsaurem Natron.

Die feuerbeständigen Bestandtheile der Galle findet man, indem man eine geringe Menge derselben abdampft, eintrocknet, einäschert, und nun die Gewichtsdifferenz vor und nach der Aescherung berechnet.

Von Frerichs und von Gorup-Besanez existiren 6 Gallenanalysen normaler Galle, welche Letzterer in folgender Tabelle zusammenstellte.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frerichs		Gorup-Besanez			
	18jähr. Mann Tod durch Sturz.	22jähr. Mann Tod durch Verwundung	49jähr. Mann Tod durch Enthaupt.	29jähr. Weib Tod durch Enthaupt.	68jähr. Mann Tod durch Sturz.	12jähr. Knabe Tod durch Verwundung
Wasser	860,0	859,2	822,7	898,1	908,7	828,1
Feste Stoffe . .	140,0	140,8	177,3	101,9	91,3	171,9
Gallens. Alkalien	72,2	91,4	107,0	56,5		
Fett	3,2	9,2	47,3	30,9	73,7	184,0
Cholesterin . .	1,6	2,6				
Schleim-u.Farbst.	26,6	29,8	22,1	14,5	17,6	23,9
Anorgan. Salze	6,5	7,7	10,8	6,3	—	—

Unter den anorganischen Salzen, fand Frerichs 2,0 bis 2,5 Kochsalz.

Da nun aus den hier angegebenen Resultaten der Gallenanalyse erhellt wie abweichend die Menge der einzelnen Bestandtheile bei verschiedene Gallen trotz deren physiologischer Function ist, so ergibt sich von selbst, dass aus den vielen von Frerichs und Gorup-Besanez angestellten Gallenanalysen bei pathologischen Processen keine massgebenden Schlüsse gezogen werden können.

Bei Entzündungen, so z. B. bei Pneumonie, ist die Galle meist dünnflüssig und gelbroth bis braun gefärbt.

Bei Leberkrankheiten zeigt sich eine dunkle, schwarze, fadenziehende, zähe Galle. Ausgenommen ist die sogenannte Wachsleber, welche eine dünnflüssige, fettgelbe Galle secernirt.

Im Typhus ist die Galle von dünner Consistenz, meist lichtgefärbt und wird in sehr geringer Menge abgesondert.

Gallensteine.

In der Gallenblase, den Gallengängen, bisweilen auch im Darmrohr kommen Concretionen vor, welche aus Gallenstoffen zusammengesetzt sind. Die Gallenstoffe: Gallensäuren, Gallenfarbstoffe, Cholesterin, Epithelien, Schleim, Phosphate und Carbonate der Alkalien, bedingen, je nach dem Vorherrschen einzelner derselben, eine verschiedene Härte der Gallensteine, so wie der Ort der Entstehung und Lagerung deren Form und Oberfläche beeinflussen. Gallensteine.

Die grösste Anzahl der Gallensteine ist von amorphem, schaligem Gefüge, matt schmutzigweissgelber Farbe, eigenthümlichem Glanz und vorwiegendem Gehalt an Cholesterin.

Die krystallinischen Gallensteine bestehen meist nur aus Cholesterin, zeigen an Bruchflächen eine strahlige, seiden- oder wachsglänzende Oberfläche, besitzen bisweilen einen fremdartigen Kern (Schleim, Farbstoff, Kalksalze), und lösen sich im heissen Alcohol fast ganz auf.

Geschichtete Gallensteine aus Cholesterin und Farbstoff in allen Farben, von Dunkelgrün, Dunkelroth

bis Schwarz, sind ziemlich häufig, seltener jene, welche Gallenfarbstoff und Kalk in wechselnden Schichten enthalten.

Beispielshalber folge hier eine Gallensteinanalyse von Planta und Kekulé.

In 100 Theilen	
Cholesterin	90,82 Theile
Gallenfarbstoffe . .	0,20 „
Verseifbares Fett .	2,02 „
Schleim	1,35 „
Gallenstoffe	0,79 „
Salze	0,28 „
Wasser	4,89 „

Die Entstehung der Gallensteine ist noch nicht genügend erklärt. Schwerlösliche Verbindungen von organischen Gallenstoffen mit Kalksalzen, starke Concentration der Galle mit Cholesterinausscheidung u. dgl. mögen wohl zur Bildung derselben wesentlich beitragen.

Qualitative Analyse.

Qualitative Analyse.

Man zerreibt die Concremente in einem Achatmörser, wäscht mit Wasser die anhängende Galle weg, bringt das Pulver in Alcohol, erhitzt zum Kochen und filtrirt kochend, bis keine Lösung durch Alcohol mehr erfolgt. Beim Erkalten des Filtrates scheidet sich das Cholesterin kristallinisch aus. Die in Alcohol unlöslichen Substanzen behandelt man mit kaustischem Ammoniak, welches Gallenfarbstoff und Schleim löst. Die überbleibende auch im Ammoniak unlösliche Substanz wird getrocknet und mit Salzsäure übergossen. Brausen zeigt hierbei Kohlensäure an. Fällt man die salzsaure Lösung mit Aetzammoniak, löst wieder in Essigsäure, so erhält man in Lösung Phosphorsäure, Kalk und Magnesia, gefällt bleiben oxalsaurer Kalk und phosphorsaures Eisenoxyd.

Quantitative Analyse.

Quantitative Analyse.

In einem Theil des gepulverten Concrements wird nach üblicher Weise der Gehalt an Wasser, festen Stoffen, unverbrennlichen Salzen bestimmt. Dann extrahirt man das Pulver so lange mit Wasser, als

es noch etwas aufnimmt, filtrirt durch ein gewogenes Filter, wäscht aus und trocknet bei 115° C., wiegt abermals, und erhält in der Gewichtsdifferenz das Gewicht der durch das Auswaschen entfernten Galle. Das Pulver bringt man nun so gut als möglich, ohne das Filter zu beschädigen, in ein Kölbchen, fügt Alcohol zu und erhitzt, filtrirt kochend heiss und wiederholt es so lange sich noch etwas löst, wäscht das rückständige Pulver auf dem oberwähnten Filter mit Alcohol-Aether gut nach, trocknet und wiegt; die Gewichtsdifferenz gibt Cholesterin und Fett. Man verdunstet das Alcohol-Aetherextract, zieht mit Alcohol aus, trocknet, wiegt. Das Gewicht entspricht dem Fett.

Das nach der Alcohol-Aetherextraction rückständige Pulver wird in diluirter Salzsäure gelöst und filtrirt. Im Filtrat finden sich die oxalsauren und phosphorsauren Verbindungen, im ungelösten Filterrückstand die übrigen Aschenbestandtheile. Nächst dieser von Hoppe angewendeten Methode gab Thudichum ein von den bisherigen Methoden abweichendes Verfahren an. (Vergl. Fresenius Zeitschrift für analyt. Chemie 1862, I. Heft.)

Erbrochenes.

Erbrochenes.

Durch den Act des Erbrechens kommt der Inhalt des Magens und des angränzenden Dünndarmstückes zur Entleerung und vermengt sich hierbei mit allen jenen Secreten, die von der Auskleidung der Speiseröhre, der Mund- und Nasenhöhle abgesondert werden. Es finden sich desshalb im Erbrochenen nebst verdauten und in Verdauung begriffenen Speisen alle Formelemente und chemischen Bestandtheile, welche wir bisher in den Verdauungsflüssigkeiten kennen lernten. In pathologischen Fällen treten Blut, Eiter, Gallenpigmente, Gallensäure, Harnstoff, kohlensaures Ammoniak, Pilze u. dgl. im Erbrochenen auf.

Im sogenannt normalen Vomitus, wie er z. B. bisweilen symptomatisch bei Schwangeren oder bei plötzlichem Ekel auftritt, beobachtet man eine schleimige gelblichgraue Masse von stark saurer Reaction, reich-

lichem Gehalt an Kochsalz und gänzlichem Mangel an Albumin.

wässriges Erbrechen.

Bei starker Schleimabsonderung, so z. B. bei chronischen Magencatarrhen findet nicht selten ein copiöses sogenannt wässeriges Erbrechen (Wassererbrechen der Trinker) statt, welches durch saure Reaction, Mangel an Albumin und viel Schleimsecret characterisirt ist.

seröses Erbrechen.

Das sogenannt seröse Erbrochene reagirt alcalisch und enthält Albumin.

urämisches Erbrechen.

Im urämischen Erbrochenen findet sich meist kohlensaures Ammoniak. Findet sich im Erbrochenen

Bluterbrechen.

Blut, so kann dies frisch oder schon zersetzt sein. Der erstere Fall tritt häufig bei perforirenden Magengeschwüren ein und reagirt hier der Vomitus anfangs und wenn nicht zu viel Blut auf einmal ausgeworfen wurde, wegen der noch vorherrschenden Magensäure sauer (der blutige Auswurf bei Hämoptoë reagirt immer alkalisch). Zersetztes Blut wird als braune chocoladeartige, breiige Masse ausgeworfen. Die Blutzellen sind meist zerstört, aber Albumin, Hämatin noch nachzuweisen. Nach dem Genuss von giftigen Schwämmen, Tollkirschen u. Aehnl., desgleichen bei sehr überfülltem Magen ist das Erbrochene bisweilen auch bräunlich gefärbt. Die Probe auf Albumin, Hämatin genügt zur Unterscheidung dieses Vomitus von Hämatemesis.

galliges Erbrechen.

Im galligen Erbrochenen sind nicht selten verschiedene Farbentöne in Folge von Einwirkung der Magensäuren auf die Gallenfarbstoffe zu beobachten. Interessant ist der bisweilen auftretende rothe, blutähnliche Farbenton, der auf Zusatz von Salpetersäure sich rasch entfärbt, während wirkliches Blutroth sich nicht sogleich entfärbt.

Bei chronischen Magencatarrhen, Magenkrebs findet sich häufig der schon erwähnte Pilz Sarcina ventriculi Goodsir von characteristischer Form.

Ileus.

Endlich bei Ileus enthält das Erbrochene Fäcalmassen, an Farbe, Form und Geruch erkennbar.

Analysen des Erbrochenen.

Eine Analyse des Erbrochenen kann sich in der Regel nur mit der Beantwortung gewisser bestimmt gestellter Fragen befassen. Die Beimischung von Speichel, Magensaft, Galle erkennt man aus den bezüglicheu

Einzelreactionen, so z. B. ist der Nachweis für Speichel oder etwa Pancreassaft durch die Einwirkung der neutralisirten Masse auf Amylum, respective dessen Umwandlung in Zucker gegeben. Der Grad der Verdauung, worin sich der Mageninhalt befand, ergibt sich aus der Probe auf Peptone, welche in der etwa verdünnten aber jedenfalls filtrirten, möglichst klaren Flüssigkeit nachzuweisen sind. Der Blutgehalt des Erbrochenen ist meist unschwer auszumitteln, seröse Beimischung durch Nachweis von Albumin zu erkennen.

Darminhalt und Excremente.

Der Speisebrei, welcher im normalen Lauf der Verdauung den Magen verlässt, nimmt während seiner Verdauung durch den Dünndarm bis zum Rectum noch Panceassaft, Galle und Darmsaft auf. Es enthält somit dieses Chymus genannte Gemenge nebst den genossenen Speisen die Secrete so vieler und verschiedener Drüsen und dgl., dass eine eigentliche Untersuchung solcher Massen, die ohnediess nur bei heftigem, langdauernden Erbrechen oder post mortem zu erlangen sind, zu den selteneren Arbeiten gehört. Je entfernter vom Pylorus je ärmer wird der Chymus an assimilirbaren Bestandtheilen, bis endlich im Dickdarm nur mehr die unlöslichen und unverdaulichen Nahrungsüberreste als sogenannte Excremente, Fäcalmassen vorhanden sind.

Die Excremente sind unter normalen Verhältnissen ein Gemenge von den verschiedenartigsten Residuen der Nahrung und der im Verlauf des Nahrungscanales zugeführten Stoffe. Sie sind meist von teigiger oder breiiger Consistenz, dunkelgelbbraun gefärbt und entbinden einen eigenthümlich üblen Geruch, der von einem flüchtigen Körper herzurühren scheint. Die Reaction der Faeces ist sehr variabel, deren Extraction mit Wasser, Alcohol, Aether liefert ein sehr geringes Extract.

Mit siedendem Alcohol gewann man einen Stoff sehr unbestimmter Natur, das Excretin.

Die Farbe der Excremente rührt zweifelsohne von Biliphaëin her, wenngleich die Reaction auf dasselbe im wässrigen Auszug kaum gelingt. Beweis dafür geben die entfärbten Stühle bei Verschluss des Ductus choledochus.

Formelemente.

An Formelementen findet man Fasern und Zellen der Pflanzen, Amylumkörner, Muskelfasern, elastische Fasern, Fettbläschen u. dgl.

chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile sind: Wasser, bisweilen Spuren von Albumin, Fette, Erdalkaliseifen, Cholesterin, flüchtige Fettsäuren, Milchsäure; anorganische Salze, so Chloralkalien, kohlensaure, schwefelsaure Alkalien, Phosphate.

pathologische Faeces.

Unter pathologischen Verhältnissen ändert sich entsprechend die Beschaffenheit der Excremente. Abgesehen von der durch Schwefelquecksilber und Gallenpigmente erzeugten grünen Farbe der Calomelstühle, der durch Schwefeleisen bedingten grünen oder schwarzen Farbe der Eisenstühle, finden wir bei Dyssenterie die Excremente oft nahezu flüssig. Man filtrirt selbe und analysirt das seröse Filtrat sowie Transsudate. Eiter und Blut werden hier in bekannter microchemischer Weise nachgewiesen. Vorsichtshalber kann man die Faeces mit schwefelsäurehältigem Alcohol extrahiren und in diesem Extract auf Hämatin prüfen.

In der Cholera enthalten die Faeces weniger Albumin als in der Dyssenterie, aber viel Kochsalz.

Im Typhus sind die Excremente meist hellflüssig, enthalten Albumin, viel lösliche Salze, Gallenstoffe und im Bodensatze Schleim, Trippelphosphate, welch' letztere aber auch in serös-alkalischen Stühlen vorkommen.

Im Icterus sind die Faeces entfärbt, schmutzig lichtgelb und fettreich.

Bei catarrhalischen Diarrhöen werden bisweilen so grosse Mengen Schleim entleert, dass die Stühle ein milchiges Ansehen erlangen (Chylorrhoea).

Säuglinge entleeren lichte, dünne Faeces mit viel Fett und geronnenem Caseïn.

Meconium.

Neugeborne Kinder entleeren einen eigenthümlichen Dickdarminhalt, Meconium, Kindspech, genannt. Das Meconium ist grünbraunschwarz, zeigt unter dem Microscop grün gefärbte Cylinderepithelien, Cholesterin-Fett. Im alcoholischen Auszug finden sich harzähnliche Materien; unter den Salzen fehlen die Sulphate gänzlich.

Meconiumflecken oder, da sie wenig in die Wäsche eindringen, Meconiumkrusten geben erst bei Behandlung mit Schwefelsäure einen kothähnlichen Geruch. Der kalte Wasserextract gerinnt beim Kochen nicht, gibt aber mit Essigsäure einen unlöslichen Niederschlag; salpetrige Säure haltende Salpetersäure gibt in dieser Meconiumlösung die Gallenfarbstoffprobe ziemlich gut; die Gallensäureprobe gelingt meist, wenngleich nie ganz vollkommen. Diese Reactionen dienen als Anhaltspuncte bei gerichtlich-chemischen Fragen über das Vorhandensein von Meconium.

Qualitative und quantitative Analyse.

Analyse.

Nach vorausgegangener microchemischer Untersuchung bereitet man sich Aether, Alcohol und Wasserextracte und sucht in diesen Extracten in bekannter Weise nach den wichtigen und in den Fäcalmassen etwa vermutheten Stoffen, deren quantitative Bestimmung nach gewöhnlicher Weise vorgenommen werden kann.

Darmsteine

Darmsteine.

sind selten, meist bei Pflanzenfressern, enthalten: phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, phosphorsauren, kohlensauren Kalk, Fett, und bilden sich meist um eingedrungene, fremde Körper.

Wegen der allzu variablen Zusammensetzung der Faeces und Darmsteine verzichten wir auf Mittheilung einer Tabelle über die quantitaven Verhältnisse der Faecalbestandtheile.

Untersuchung von thierischen Geweben.

Die zur Untersuchung gelangenden thierischen Gewebe sind theils festweich oder weich, wie Muskelgewebe, Drüsengewebe, Hirn u. dgl., theils hart und compact wie Knochengewebe.

Analyse festweicher und weicher Gewebe.

Analyse der festweichen und weichen Gewebe.

Es wurde bereits pag. 152 eine allgemeine Methode zur qualitativen Untersuchung solcher Gewebe angegeben und erübrigt daher nur mehr Hoppe's Methode zu

erwähnen, sowie den Vorgang der quantitativen Analyse zu erörtern.

Hoppe's Methode.

Hoppe bereitet aus den passend zerkleinerten Gewebstheilen vorerst einen Kaltwasserextract, zieht das Restirende, wenn Syntonin vermuthet wird, mit diluirter Salzsäure (1 bis 2 HCl auf 1000 aq.) aus, bereitet sodann aus dem Rückstand ein Alcohol-Aetherextract und bringt den nunmehr noch unlöslichen Rückstand frei von Alcohol mit 20 bis 30 Volum Wasser in einen Kolben, dessen Hals man auszieht, zuschmilzt und mit Papier umwickelt in einen zu $^3/_4$ mit Wasser gefüllten Papin'schen Topf einstellt. Nach 3—4 Stunden Kochens nimmt man den Kolben heraus, sprengt die Spitze und filtrirt, wo möglich heiss, wäscht auch mit heissem Wasser nach und filtrirt. Das Filtrat wird auf Glutin und Chondrin untersucht.

Die Herstellung der Wasserextracte gelingt nicht immer; so gibt z. B. Wasserextract vom Hirn und Nerven nie ein reines Filtrat. Man behandle solche Stoffe vorerst mit heissem Alcohol und Aether und stelle dann erst das Wasserextract dar.

Die quantitative Analyse festweicher und weicher Gewebe bietet selten ein wesentliches Interesse dar. Man ist wohl im Stande zu bestimmen, wie viel Eiweiss, Fett, Kochsalz u. s. w. eine derartige Substanz enthalte, kann aber, wenige Ausnahmen abgerechnet, kaum angeben, welchen histologischen Elementen z. B. das gesunde Eiweiss angehört.

Quantitative Bestimmungen.

Die Analyse beginnt mit einer passenden Zerkleinerung der Substanzen. Man bestimmt hierauf:

a) in bekannter Weise den Gehalt an Wasser, festen und unverbrennlichen Stoffen;

b) in einer getrockneten Partie den Fettgehalt mit dem Apparat nach v. Bibra;

c) im kalten Wasserextract die Menge der löslichen Albuminate;

d) im Filtrat vom Eiweiss durch Trocknen und Wägen die extractiven Materien;

e) In der mit kaltem Wasser erschöpften Substanz durch Auskochung mit Wasser (Papin's Topf) Glutin, (Chondrin), in dem man filtrirt und das Filtrat zur Trockene bringt.

f) Die unlöslichen Eiweisskörper, indem man alle bisher gefundenen Werthe auf 100 berechnet, und nun die Summe der Werthe von Fett, löslichen Albuminaten, Extractivstoffen, Glutin, Salzen von der Menge der festen Stoffe überhaupt abzieht. Die Differenz entspricht dem Werth der unlöslichen Proteïnate.

Analyse der Knochen.

Analyse der Knochen.

Die Knochen, welche zur Analyse gelangen, können entweder von compacter oder von spongiöser Beschaffenheit sein, sie können von jungen und alten Individuen herrühren. Man hat nun bis auf die neuere Zeit in der Zusammensetzung dieser Knochenvarietäten entsprechend verschiedene Werthe für die einzelnen Bestandtheile gefunden. Der phosphorsaure Kalk z. B. wurde im compacten Knochengewebe und in Knochen älterer Individuen procentarisch höher gefunden, als in spongiösen Knochen und in Knochen junger Individuen. Die neuesten Arbeiten (Schlossberger, Recklingshausen) weisen jedoch nach, dass bei sorgfältiger Entfernung der freilich schwer zu beseitigenden accessorischen Theile, so des Markgewebes, der Blutgefässe, keine bedeutenden Differenzen in der Zusammensetzung der verschiedenen Knochen existiren.

Chemische Betsandtheile.

Abgesehen von den Formbestandtheilen des Knochens, deren Erörterung der Histologie anheimfällt, sind als chemische Bestandtheile zu bezeichnen:

Knochenknorpel (Osseïn), welcher durch Auslaugen der Knochen mit verdünnter Salzsäure in unveränderter Form des Knochens erhalten wird und beim Kochen mit Wasser vollkommen in Glutin übergeht, Fett, diverse, den accessorischen Knochenbestandtheilen zugehörige Albuminsubstanzen, — dann Knochenerde d. i. ein Gemenge von drei Drittel dreibasich phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Magnesia, kohlensaurem Kalk, Fluorcalcium, Chlorverbindungen.

Der phosphorsaure Kalk der Knochen hat die Formel 3 Ca O. PO_5, wie dies die neuesten Untersuchungen (Folwarczny: Beitrag zur Chemie der Knochen, Zeitschrift der k. k. Gesellschaft der Aerzte. Wien, 1861, Nr. 33, 34) in Uebereinstimmung mit den früheren mu-

stergiltigen Arbeiten von W. Heintz und H. Rose darthun, und die anderweitig angegebenen Formeln $8CaO.3PO_5$ oder $2CaO, HO.PO_5$ dürften wenigstens für den gesunden Knochen nicht berücksichtiget werden.

Pathologische Knochen und zwar Osteophyten enthalten etwas mehr kohlensauren Kalk als der normale Knochen; die Gesammtmasse der unorganischen Bestandtheile schwindet bei Rachitis und noch auffälliger bei Osteomalacie. Bei letzterer Erkrankung reagirt der Inhalt der Röhrenknochen häufig sauer und enthält Milchsäure. Das Fett der Knochen ist hierbei vermehrt, wie überhaupt bei Knochenverödung. Auch das Osseïn pathologischer Knochen soll sich bisweilen nicht vollkommen in Glutin umzuwandeln vermögen.

Da eine qualitative Analyse der Knochen ohne wesentliche Zwecke ist, so geben wir hier nur die Anleitung zur quantitativen Analyse der Knochen.

Vorbereitung zur quantitativen Analyse.

Vorbereitung. Der Knochen wird möglichst genau und sorgfältig von allen accessorischen Theilen gereinigt, zerkleinert, im Mörser zerrieben und 2 bis 5 Gramm hiervon abgewogen.

Bestimmung von Wasser und festen Stoffen.

Wasser, feste und anorganische Stoffe. Die abgewogene Substanz wird bei 120° C. getrocknet, gewogen, eingeäschert, mit etwas kohlensaurem Ammoniak die ausgetriebene Kohlensäure ersetzt, abermals bis zur schwachen Rothglut des Tiegels erhitzt und nach dem Erkalten gewogen. Man erfährt so den Gehalt des Knochens an Wasser, festen Bestandtheilen und feuerfesten Salzen.

Analyse der Knochenasche. Ein Stück frischen, wohlgereinigten Knochens wird gewogen, in Papier umwickelt, mit dem Hammer zerkleinert, die Stückchen in destillirtem Wasser ausgelaugt und dann gut getrocknet. Die trockenen Knochenstücke werden einige Zeit bei 110—130° C. erhitzt und nun im Stahlmörser so weit zerrieben, dass sie sich durch Leinwand sieben lassen. Man trocknet das Knochenpulver neuerdings, gibt einen gewogenen Theil desselben in eine Muffel oder doch in einen geräumigen Platintiegel und äschert dor ein, wiegt dann abermals und verwendet diese Knochen

asche zur weiteren Untersuchung. Unterdessen prüft man das nur bei 100° C. getrocknete native Knochenpulver auf seinen Gehalt an:

Kohlensäure, indem man im gewogenen alkalimetrischen Apparat von Will und Fresenius die Kohlensäure in einer genau gewogenen Menge des Pulvers mit Salzsäure austreibt, und die dadurch leichter gewordenen Kölbchen wieder wägt, aus dem Gewichtsverlust aber die Kohlensäure berechnet. (Vergl. Bunsen's Apparat im pg. 303 angef. „Beitrag zur Chemie der Knochen.") von Kohlensäure.

Kalk. Man löst 2 bis 3 Gramm der Knochenasche in heisser Salzsäure, dampft die überschüssige Säure ab, verdünnt etwas mit Wasser und fällt mit überschüssigem Ammoniak. Dieser Niederschlag wird in möglichst wenig Essigsäure gelöst, und mit oxalsaurem Kali behandelt, so lange noch ein Niederschlag entsteht, hierauf durch 24 Stunden ruhig absetzen gelassen. Man filtrirt und verwandelt den Filterrückstand = oxalsauren Kalk in bekannter Weise in kohlensauren Kalk, woraus der Kalk berechnet wird. Kalk.

Magnesia. Das Filtrat von oxalsaurem Kalk (phosphorsaure Magnesia und vorerst an Kalk gebundene nunmehr freie Phosphorsäure enthaltend) versetzt man mit Ammoniak im Ueberschuss und fällt hierdurch die Magnesia als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia. Man filtrirt, wäscht den Filterrückstand mit ammoniakalischem Wasser und verwandelt ihn in üblicher Weise in pyrophosphorsaure Magnesia, woraus dann die Magnesia berechnet wird. Magnesia.

Phosphorsäure. Das Filtrat von der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia versetzt man mit Salmiak, schwefelsaurer Magnesia und Ammoniak. Es fällt neuerdings phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, woraus pyrophosphorsaure Magnesia gemacht und hieraus die Phosphorsäure berechnet wird. Phosphorsäure.

Berechnung. Hat man nun die Werthe alle auf 100 Theile frischen Knochens berechnet, so ergibt sich ein Deficit, das für Osseïn, Fett und andere organische Beimengung in Ansatz gebracht wird. Bei der eigentlichen Berechnung setzt man vorerst die Werthe für or- Berechnung.

ganische Materie, Knochenerde, dann jene für CO_2, PO_5, CaO, MgO an. Hierauf sättigt man alle CO_2 mit CaO, alle MgO mit PO_5, und den Rest der PO_5 mit dem übergebliebenen CaO. Bleibt schliesslich noch etwas CaO, so wird er als Ca. Fl berechnet.

Beispielsweise folgen mehrere Knochenanalysen.

In 1000 Theilen	Heintz femur	Bibra femur	Folwarczny os temporis
Organische Substanz	28,76	31,03	32,61
Knochenerde	71,24	68,97	67,39
Phosphorsaurer Kalk	60,13	59,63	55,39
Fluorcalcium	3,52		1,51
Kohlensaurer Kalk	6,36	7,33	8,41
Phosphorsaure Magnesia	1,23	1,32	1,15
Chlornatrium	—	0,69	—
Fett	—	1,33	32,61
Osseïn	28,76	29,70	

Thierische Wärme.

Literatur: Ludwig: Lehrbuch der Physiologie; Fick: medizinische Physik.

Begriff der Wärme.

Wir stellen uns vor, dass bei jeder chemischen Verbindung zweier Atome den interstitiellen Aetheratomen eine gewisse Bewegung mitgetheilt wird und nennen diese Bewegung Wärme. Durch die chemische Verbindung zweier Atome geht die diesen Atomen eigene Spannkraft verloren, sie muss entweder in lebendige Kraft umgesetzt oder anderswohin übertragen werden. Im chemischen Process äussert oder vielmehr identificirt sich diese lebendige Kraft als Temperaturerhöhung der ganzen Masse, als Wärme. Es beruht auf diesem Umsatz der Spannkraft in Wärme die Erhaltung der Kraft.

Wärmeeinheit.

Wir messen die Wärme nach einer bestimmten Grösse, Wärmeeinheit genannt und bezeichnen hiermit jene Menge Wärme, welche erforderlich ist, um 1 Gramm Wasser von 0^0 C. auf 1^0 C. zu erwärmen. So z. B. entwickelt sich bei der Chlorung eines Gramm Wasserstoff zu Chlorwasserstoffsäure 23783,3 Wärmeeinheiten. Wird gelegentlich einer chemischen Verbindung die Spannkraft der Atome nicht vermindert, sondern bisweilen sogar vermehrt, so wird auch keine lebendige Kraft d. i. Wärme frei, sondern umgekehrt gemäss der Erhaltung der Kraft noch Wärme gebunden.

Quelle der thierischen Wärme.

Als Quelle aller thierischen Wärme können wir somit den Chemismus des Thierleibes bezeichnen.

Der Organismus setzt seine Spannkraft um in freie Wärme, latente Wärme und mechanische Arbeit.

Freie Wärme.

Die freie Wärme ist jene, welche der Organismus durch Ausstrahlen an der Oberfläche und durch Erwärmen der Egesta abgibt.

Latente Wärme.

Latente Wärme entweicht mit dem an der Körperoberfläche stets abdampfenden Wasser.

Die mechanische Arbeit wird von den Muskeln des Körpers geleistet, sei es durch Ueberwindung gewisser Hindernisse bei verschiedenen Bewegungen oder sei es durch Hebung von gewissen Lasten auf gewisse Höhen oder endlich sei es durch Versetzen gewisser Massen in gewisse Geschwindigkeiten. Für die Bestimmung der mechanischen Arbeit des Körpers bedarf es aber eines gewissen Masses und man hat hierzu jene Arbeitsleistung angenommen, die einer Wärmeeinheit entspricht und sie mit dem Ausdruck mechanisches Aequivalent der Wärme bezeichnet. Ein Beispiel wird uns die Bestimmung dieses Aequivalents klar machen. Ein Metalldraht wird sich bei einer bestimmten Temperatur auf eine bestimmte Länge ausdehnen. Diese selbe Ausdehnung kann man aber auch ohne Temperaturerhöhung durch ein Anhängen eines Gewichtes erzielen. (Kupffer.) Offenbar ist hier das Gewicht das mechanische Aequivalent für die erwähnte Wärme. Drücke ich nun die lebendige Kraft, welche zu Stande kommt, wenn 1 Kilogramm, 1 Meter hoch herabfällt, mit der Bezeichnung Kilogrammeter aus und beziehe diese Kraft auf die Wärmeeinheit, so entsprechen nach obigem Experiment mit dem Metalldraht und verschiedenen anderen Experimenten und theoretischen Resultaten einer Wärmeeinheit 0,425 Kilogrammeter als mechanisches Aequivalent der Wärme und wir haben hierin somit ein brauchbares Mass der mechanischen Kraft. Mechanische Arbeit wird der directen Wärmeabgabe immer entgegengesetzt stehen, je mehr die eine geleistet wird, je weniger findet die andere statt, da ihre Summe immer gleich bleibt einer gewissen Menge umgesetzter Spannkraft. Wenn nun der Augenschein das Gegentheil lehrt, indem bei grosser Muskelanstrengung viel Wärme auftritt, so ist diese Steigerung der thierischen Wärme nicht der gesteigerten mechanischen Arbeit, sondern dem entsprechend vermehrten Verbrauch an Brennmaterial d. h. an Nahrungsstoffen zuzuschreiben.

Mechanisches Aequivalent der Wärme.

Bezeichnen wir die Gesammtwärmeabgabe eines gesunden Mannes mit 100, so werden davon verwendet Gesammtwärmeabgabe.

zur Erwärmung der Ingesta	2,6
„ „ „ Respirationsluft	5,2
„ Lungenverdunstung	14,7
„ Hautabkühlung u. Verdunstung	77,5

Halten wir an dem Ausdruck Brennmaterial für die Nahrungsmittel fest und kennen wir nun aus Berechnung wie viel Wärmeeinheiten frei werden müssen um alle die Elemente des Brennmateriales eines bestimmten Thieres zu den entsprechenden Verbindungen zu verbrennen, so lässt sich experimentell diese Wärmemenge, die wir recht eigentlich die Wärmequelle des Organismus nennen können, vergleichen mit der Wärmeabgabe des erwähnten Thieres. Diese Wärmeabgabe umfasst sowohl Strahlung, Leitung, als Verdunstung. Nach dem Versuche von Dulong u. Despretz aber blieb, nachdem die Summe der durch Berechnung gefundenen, von der Oxydation des Brennmaterials herrührenden Wärmeeinheiten von der im Calorimeter gemessenen Summe der abgegebenen Wärmeeinheiten abgezogen wurde, immer noch ein kleiner Rest abgegebener Wärme, wofür keine aus dem Brennmaterial ableitbare Wärme mehr vorhanden war. Dieser Zahlenunterschied beruht nun aber auf der irrthümlichen Voraussetzung, dass der O des Brennmaterials zur Oxydation des H hinreicht, z. B. dass, wenn 1 Gr. Traubenzucker verbrennt, nur so viel Wärme frei werde, als wenn sein C verbrennen würde, wozu bei dem in 1 Gr. Traubenzucker enthaltenen 0,4 Gramm C 3234 Wärmeeinheiten erforderlich sind. In der That aber wird schon bei der Gährung des 1 Gramm Traubenzuckers eine beträchtliche Wärmemenge frei. Es geht da C mit O als CO_2, H mit O als HO, endlich bleibt noch 0,51 C Gramm Alcohol zurück, der allein verbrannt, 4568 Wärmeeinheiten frei werden lässt. Es erhellt hieraus, dass der Irrthum der genannten Forscher die Verminderung, welche die Summe der Spannkräfte im Oxydationsprocess des Kohlen- und Wasserstoffes erleidet, als zu gering anschlug, somit das Experiment einen Ueberschuss der lebendigen Kraft, der Wärme ergeben musste. Der Unterschied in den berechneten und im Calorimeter be- Arbeiten von Dulong und Despretz.

stimmten Wärmemenge ist nach Dulong's Untersuchungen wie 75,2 : 100 nach jener Despretz's wie 81,1 : 100 somit 24,8 und 18,9%, eine Ziffer, die verhältnissmässig nicht zu hoch erscheint, wenn man bedenkt, dass bei der Oxydirung quaternärer Verbindungen viele und mannigfaltige intermediäre Körper unter Wärmeentwicklung gebildet werden, bevor die vollständige Verbrennung zu CO_2 und HO eintritt und nun aber in den erwähnten Untersuchungen bloss die bei letzteren Verbrennungen frei werdende Wärme berücksichtiget wurde. Sowie Dulong und Despretz auf directem Weg, so versuchte Boussingault auf indirectem Wege die Wärmequellen des Organismus zu bestimmen. Diese Methode nun, die Summe der im ganzen Lebensprocess verbrannten Stoffe zu bestimmen, besteht in einer genauen Bilanz, zwischen den aufgenommenen Nahrungsmitteln und den Excrementen eines Thieres, welches während des Versuches an Gewicht nicht zugenommen hat. So z. B. nahm eine Turteltaube, deren Gewicht vor und nach dem Versuch constant war, auf in 24 Stunden:

Versuche von Boussingault.

Getränk Wasser . . .	6,378 Gramm.
Hirse	16,063 „
	22,441 Gramm.

Diese Nährstoffe enthalten:

Wasser	8,627 Gramm.
Feste organische Stoffe .	13,458 „
Anorganische Stoffe . .	0,356 „
	22,441 Gramm.

Die in 24 Stunden abgegebenen 8,230 Gramm Excremente enthalten:

Wasser	5,007
Feste organische Stoffe	2,862
Anorganische Stoffe .	0,361

Es sind also durch Lunge und Haut ausgetreten:

in 24 Stunden:	Wasser . . .	3,620
	Organische Stoffe	10,596

	C Grm.	H Grm.	O Grm.	N Grm.
Die durch Nahrungsmittel aufgenommene organische Substanz bestand aus:	6,365	0,869	5,769	0,455
Die mit den Excrementen ausgegebene organische Substanz bestand aus:	1,294	0,163	1,109	0,296
Folglich bestand der durch Haut und Lungen ausgeschiedene Rest aus:	5,071	0,706	4,660	0,159

wo der C als CO_2, der H als HO, der N als solcher ausgehaucht wurden, 5,071 C aber und 0,706 H entsprechen zusammen 65334,3 Wärmeeinheiten, welche Summe die in den Respirationsproducten freiwerdende Wärme repräsentirt.

Barral gewann in seinen Versuchen an verschiedenen Individuen über Wärmebildung folgende Zahlen, welche ausdrücken, wie viel Wärmeeinheiten 1 Gramm Körpergewicht in 24 Stunden entwickelt. Versuche von Barral.

Alter und Geschlecht	Mittlere Temperatur in °C.	Wärme-Einheiten.
Männlich 29 Jahre	— 0,54	77,4
„ „ „	+ 20,18	65,9
„ 6 „	+ 4,23	97,9
„ 59 „	+ 6,32	52,9
Weiblich 32 „	+ 17,25	47,4

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass der Mann im mittleren Alter im Winter mehr Wärme erzeugt, als im Sommer, ferner dass das Kind am meisten und das Weib am wenigsten Wärme bildet.

Die Vertheilung der Wärme ist eine ziemlich gleichmässige, jedenfalls ist die Abgabe der Wärme eine nahezu constante, von der Temperatur des Abgabsortes unabhängige Grösse. Hieraus folgt, dass bei Wärmemessungen an verschiedenen Körperstellen in physiologischen oder pathologischen Verhältnissen eine irgendwo gefundene höhere Temperatur keinen Schluss auf eine vermehrte Wärmebildung an derselben Stelle zulässt. Vertheilung der Wärme.

Die oberwähnte Gleichmässigkeit der Temperatur im Körper, welche für die Zeit von einigen Stunden als bleibend angenommen werden mag, ändert sich in längeren Zeiträumen, entsprechend den veränderten chemischen Vorgängen. Um selbe für immer zu erhalten, müsste die Wärmeabgabe jeder Körperstelle stets gleich bleiben der Wärmezufuhr. Nun ist für die verschiedenen Gewebe eine solche vollkommen stimmende Bilanz allenfalls denkbar, aber für die Temperaturen innerhalb des Kreislaufes nicht möglich. An manchen Stellen des Kreislaufes wird weniger Wärme erzeugt als abgeleitet, und das Blut verlässt diese Stellen weniger warm, als es in dieselben eintrat.

Es erhellt hieraus, wie eben jene Stellen, die viel Wärme abgeben, somit eine anscheinend höhere Temperatur bezeigen, in der Wirklichkeit eine geringere Temperatur haben.

Beziehung zur Körpergrösse.

In Bezug auf Körpergrösse ist die Abgabe der Wärme, so weit selbe zur Verdampfung des Wassers und zur Erhebung der Ingesta auf die Temperatur des Körpers in Rechnung kommt, bei grossen und kleinen Thierorganismen dieselbe; verschieden ist aber der Verlust an Wärme durch Ausstrahlung und Ableitung.

Die durch Strahlung oder Leitung ausgegebene Wärmemenge ist proportional der Körperoberfläche. Nun aber nimmt bei verschieden grossen, aber gleichartigen Körpern das Volumen rascher zu, als die Oberfläche.

Ein grosser Körper wird daher ceteris paribus im Vergleich mit einem kleineren Körper ein verhältnissmässig viel grösseres Volumen, aber keine proportional grössere Oberfläche besitzen, daher entsprechend weniger Wärme ausstrahlen und leiten als ein kleinerer Körper. In Uebereinstimmung hiermit bedarf auch ein kleinerer Thierkörper mehr Wärmeerzeugung, mehr Brennmaterial. So ist z. B. die mittlere Temperatur des Kindes, entsprechend der oberwähnten relativ grösseren Wärmeerzeugung, höher als jene des Erwachsenen.

Die mittlere Temperatur eines Kindes beziffert sich nach Bärensprung mit 37,8° C. nach der Pubertät mit 37,3° C. und im Mannesalter mit 36,9 C.

Der Unterschied des Geschlechtes drückt sich in der Ausstrahlung der Wärme nicht aus. Die verschiedenen Tageszeiten bieten geringe Schwankungen dar. Die Temperatur ist am frühesten Morgen am geringsten, steigt nach der Einfuhr der Nahrungsmittel, erreicht Nachmittags den höchsten Stand und sinkt allmälig wieder.

Methoden der Wärmemessung.

In Bezug auf die Methode der Wärmemessungen unterscheiden wir Temperaturbestimmungen von Flächen und Höhlen.

an Flächen.

Temperaturbestimmungen von Flächen werden am besten mit thermoelectrischen Apparaten und vermittelst eingestochener, dünner, fein zusammengelötheter Nadeln angestellt.

in Höhlen.

Temperaturbestimmungen in Höhlen, als Mundhöhle, Achselhöhle, Scheide u. s. w., nimmt man mit einem guten Thermometer aus Glas vor.

Bleibt eine Temperatur am Instrument durch 5 Minuten constant, so kann man annehmen, dass selbe die annähernd genaueste Höhe der Temperatur bezeichnet.

Temperaturbestimmungen in pathologischen Processen.

Von grossem Interesse sind die Temperaturbestimmungen bei pathologischen Processen. Es liegen hier die trefflichen Arbeiten von Bärensprung und Traube vor, deren Resultate wir kurz erwähnen.

1. Temperaturerhöhung über die Norm ist, wenn nicht das Wesen des Fiebers selbst, so doch ein constantes Symptom des Fiebers. Ein bisweilen leicht übersehbarer Fieberparoxismus kennzeichnet sich durch Temperaturerhöhung.

2. Die Rückkehr der Temperatur zur Norm kann im Fieber entweder sehr rapid oder langsam, im Stadium der Reconvalescenz eintreten.

3. Temperatur und Pulsfrequenz sind sich meist proportional, doch auch bisweilen von entgegengesetztem Verhalten.

4. Die höchste beobachtete Temperatur, wie sie eben im Körper nicht höher vertragen zu werden scheint, beträgt 42,5° C., nach Andern 44,5° C., und kommen überhaupt hohe Temperaturen bei Fiebern von kurz andauernden Paroxismen und zwar am Ende des Froststadiums vor. Nach Kühne ist im Muskel ein Eiweisskörper, der über 45° C. gerinnt, somit 45° C. als die höchst

mögliche Temperatur des Körpers zu bezeichnen. Als mindeste Temperatur dürfte jene bei Cholera beobachtete zu nehmen sein: 26,6° C. Merkbare Erniedrigungen der Temperatur werden auch durch gewisse Medicamente bewirkt, so durch die Digitalis purpurea, deren Genuss, wie bekannt, auch die Pulsfrequenz mindert.

5. Der Unterschied zwischen Exacerbation und Remission in remittirenden Fiebern beträgt von 0,5—1,37° C., und wird bei abnehmender Lebenskraft immer grösser.

6. Fieber mit tödtlichem Ausgang zeigen vorher meist noch eine merkbar erhöhte Temperatur.

Fieberhitze.

Ueber die Ursachen der Fieberhitze liegen zwei Ansichten vor. Entweder ist der lebhaftere Verbrennungsprocess, der ja durch reichliche Harnstoff- und Kohlensäureausscheidung sowie durch die rasche Abmagerung sich manifestirt, Motiv der Temperatursteigerung, oder aber es tritt bei gleicher, ja selbst bei verminderter Verbrennung, durch verminderte Wärmeableitung eine Wärmeerhöhung ein.

Noch zu erwähnen ist die Ungleichheit in dem Wärmeleitungsvermögen der Haut im gesunden und kranken Zustand. Die Haut in physiologischen Verhältnissen leitet weniger gut als in pathologischen, und ist diese Behauptung trotz verschiedener, anscheinend grosser Widersprüche als nahezu erwiesen zu betrachten.

Lokale Abkühlung.

Die Therapie in einzelnen pathologischen Processen sucht eine locale oder allgemeine Abkühlung durch allgemeine oder locale Mittel zu erzielen. Kalte Bäder lassen die Temperatur des Körpers entweder normal oder mindern selbe. Nach dem Bade hebt sich die Temperatur entweder zur Norm oder steigt selbst höher. Locale Anwendung von Kälte setzt die Temperatur erst local herab, kühlt aber dann auch allgemein.

Ernährung.

Literatur: Moleschott: Physiologie der Nahrungsmittel; Ludwig: Lehrbuch der Physiologie; Gorup-Besanez: Lehrbuch der physiologischen Chemie.

Die Lehre von der Ernährung, so weit sie ins Gebiet der physiologischen und theilweise auch der pathologischen Chemie gehört, zerfällt naturgemäss in mehrere Unterabtheilungen.

So haben wir abzuhandeln die Einnahmen, d. i. die Zufuhr von Nahrungsmitteln, die Ausfuhr der verschiedenen Se- und Excrete und die zwischen beiden liegende Verdauung und Assimilation, wobei denn so manche eigentlich der reinen Diätetik zugehörige Erörterungen Platz finden. Das Gesammtbild gibt uns dann die sogenannte Statik des Stoffwechsels. Hieran schliessen sich als Corrolarien Bemerkungen über die Wahl der Nahrungsmittel im gesunden und kranken Zustande.

Einnahmen.

Die Einnahmen des Thierorganismus pflegt man im Sprachgebrauch Nahrungsmittel zu nennen.

Nahrungsmittel.

Nahrungsmittel nennen wir die Gesammtmenge der gasförmigen flüssigen und festen Körper, die in den Organismus eintreten, und welche in ihrer Totalität alle jene Stoffe miteinbegreifen müssen, welche der Thierkörper zur Erhaltung, beziehungsweise Fortbildung benöthiget.

Wir unterscheiden hiervon die:

Nahrungsstoffe, auch Nährstoffe genannt, welche Bezeichnung eben den einzelnen Bestandtheilen der Nahrungsmittel zukommen.

So z. B. ist die Milch ein Nahrungsmittel, der Käsestoff der Milch aber ein Nahrungsstoff.

Zur vollständigen Ernährung des thierischen Organismus sind nothwendig: Albuminate, Fette, anorganische Stoffe.

An die Stelle der Fette können allenfalls theilweise Fettbildner treten, da erwiesenermassen der Organismus aus Kohlehydraten Fett bildet, und bei den anorganischen Stoffen ist das Wasser mit inbegriffen.

Nahrungsbedürfniss.

Zahlreiche und wohl constatirte Experimente an Thieren haben diese Angaben erhärtet.

Die Zufuhr der Nahrungsmittel ist durch zwei mächtige Triebmittel angeregt, durch Hunger und Durst, die wir zusammen das Nahrungsbedürfniss nennen. Es liegt wohl auf der Hand, dass der Verlust, den der Organismus durch den Lebensprocess continuirlich erleidet, ersetzt werden muss, wenn nicht dieser selbst in Frage gestellt werden soll; es ist aber durch keine Thatsachen zu constatiren, wo das Nahrungsbedürfniss materiell zu Stande kommt. Alle Theorien älterer Physiologen von Haller bis auf Tiedemann suchten Hunger und Durst local zu erklären. Letzterer zuerst emancipirte das Nahrungsbedürfniss von localen Reizen und Henle's Lehre von der specifischen Energie der Nerven lässt eine einfache Erklärung des Nahrungsbedürfnisses zu. Bei dem raschen Stoffumsatz im Körper wird das Blut bei mangelnder Stoffzufuhr gar bald in irgend einer Weise verändert zusammengesetzt sein müssen, und die Nerven, in specie die nervi vagi, lassen ihre dadurch bedingte mangelhafte Ernährung als Hunger und Durst empfinden.

Es versteht sich von selbst, dass der Stoffumsatz, welcher so viel Spannkraft in lebendige Kraft, in Wärme umsetzt, die ihrerseits durch Abkühlung verloren geht, die Ergänzung dieser Wärme durch Neubildung von Wärme, somit durch erneute Verbrennungsprocesse, deren Materiale eben die Nährstoffe bilden, energisch fordert, so dass dieses Begehren nach Wärmebildung mit eines der Theilglieder jener Empfindung ist, welche wir Nahrungsbedürfniss nannten.

Sättigung.

Die Stillung des Nahrungsbedürfnisses tritt in einer abermals eigenthümlichen Empfindung, der der Sätti-

gung auf. Gleichwohl können hier Täuschungen obwalten und kann die momentane Anfüllung des Magens mit unzureichenden Nährstoffen immerhin als Sättigung empfunden werden, wenn auch hinterher eine Täuschung unmöglich ist, und erneutes, heftiges Nahrungsbedürfniss auftritt.

Das Nahrungsbedürfniss wird also durch Genuss von Nahrungsmitteln gestillt und sind nunmehr diese in Bezug auf ihre Qualität und erforderliche Quantität näher zu beleuchten.

Werth der Nahrungsmittel.

Die Qualität, der Werth der Nahrungsmittel für die Ernährung berechnet sich einfach nach ihrem Gehalt an den Nahrungsgrundstoffen, Albuminaten, Fetten und anorganischen Salzen.

Keiner dieser Nahrungsstoffe an und für sich genügt zur vollkommenen Ernährung. Aber selbst die Mischung dieser Stoffe, die Menge jedes einzelnen kann nicht willkürlich geschehen. Den Ausgaben des Körpers proportional müssen auch die Nahrungsstoffe der Einnahme gewisse Mengen Albuminate, Fette und anorganische Substanzen enthalten. Bei Betrachtung der hier statthabenden Mengenverhältnisse betrachtete man bisher vorzüglich das Verhältniss, worin die stickstoffhaltigen Substanzen (Albuminate) zu den stickstofffreien Stoffen (Zucker, Fette) stehen. Als Muster eines vollkommenen Nahrungsmittels erwähnten wir schon vorhin der Milch. Die stickstoffhältigen Bestandtheile der Kuhmilch verhalten sich nun zu den stickstofffreien wie 1 zu 3 (worunter 0,88 Fett und 1,04 Zucker), jene der Frauenmilch wie 1 zu 4. Es liegt nun nahe dieses Verhältniss mit jenen in andern Nahrungsmitteln zu vergleichen, um einen Anhaltspunct zur Beurtheilung des Nahrungswerthes zu gewinnen.

Um so mehr musste eine solche methodische Bestimmung des Werthes der Nahrungsmittel sich empfehlen, als Liebig durch eine Reihe von Untersuchungen das Verhältniss der stickstoffhältigen und stickstofffreien Körper ausmittelte, wie es in der Nahrung und in den Excrementen einer grösseren Zahl von Menschen während einer längeren Zeitdauer bestand. Er fand das Verhältniss wie 1 zu 4,7.

Aus einer von Moleschott verfassten Tabelle, worin die verschiedensten Stände und Beschäftigungen vertreten sind, ergibt sich das Verhältniss wie 1 zu 3,8, wobei noch zu bemerken ist, dass beiläufig 4,84mal so viel Fettbildner als Fette selbst genossen wurden.

Da derlei Untersuchungen einer absoluten Genauigkeit entbehren, so wollen wir das Verhältniss 1 : 4 bis 5 als jenes annehmen, in welchem stickstoffhaltige zur stickstofffreien Nahrung stehen soll, vorausgesetzt, es handelt sich um einen gesunden Menschen, der entsprechende Bewegung macht. Liebig zeigte ferner wie im gewöhnlichen Leben instinctartig eine solche Wahl in Bezug auf Nahrungsmittel und deren Mengung stattfindet, dass obiges Verhältniss mehr minder vorwaltet.

Nöthige Menge derselben.

Wir können somit den Nährwerth der verschiedenen Nahrungsmittel abschätzen und haben nun aber die Menge zu beachten, welche von den vorzüglichsten Nährstoffen zur Deckung aller Bedürfnisse nöthig ist.

Hierüber entscheiden selbstverständlich nur statistische Uebersichten der Nahrungszufuhr, welche eine grössere Anzahl von Menschen bedurfte, oder indirecte die Uebersicht der Ausgaben, Verluste, welche verschiedene Organismen erleiden und welche ersetzt werden müssen

Messen wir den Bedarf nach dem Abgang, so kommen eine Reihe von Werthen in Rechnung, die jedenfalls etwas grösser angenommen werden dürfen, da der Organismus eine Menge von Stoffen ausstösst, deren Beachtung oder gar Quantitätsbestimmung unmöglich ist, z. B. Samen, Horngebilde u. s. w.

Interessant bleibt ein Vergleich der Resultate beider Methoden.

Aus einer langen Reihe von Versuchen, die Mulder, Playfair, Liebig, Genth, Wundt, Gasparin anstellten, ergibt sich, dass ein erwachsener Mann innerhalb 24 Stunden wenigstens 103,95 Gramm stickstoffhaltige, 384,52 Gramm stickstofffreie Stoffe und Fette und endlich 12,10 Gramm an Salzen benöthiget.

Kostmass.

Dieses Kostmass ist jedoch insoferne nicht ganz stichhältig, als es nur den nothwendigsten Stoffersatz angibt und mehr minder wesentlich überschrit-

ten wird. Bewegung, climatische Einflüsse u. dgl. sind hier massgebend, so dass inclusive des nöthigen Wassers sich mit Rücksicht auf Bewegung und Arbeit nach einer Reihe von Beobachtungen ein mittleres Kostmass ergibt, wie folgt:

Eiweissartige Stoffe	130	Gramm
Fett	84	„
Fettbildner	404	„
Salze	30	„
Wasser	2800	„
Summe	3448	Gramm.

Auf 1000 Theile berechnet, musste somit eine vollkommenes Nahrungsmittel enthalten:

Eiweissartige Stoffe	37,70	Gramm
Fett	24,36	„
Fettbildner . . .	117,17	„
Salze	8,70	„
Wasser	812,07	„
Summe . . .	1000,00	Gramm.

Wir bezifferten eben dies tägliche Nahrungsbedürfniss des arbeitenden Menschen mit 3,448 Kilogramm, und vergleichen wir diese Zahl mit 3,818 Kilogramm d. i. dem ungefähren täglichen Gewichstverlust des Körpers an allen Se- und Excreten, so ergibt sich die nahezu vollkommene Uebereinstimmung zwischen Einnahme und Ausgabe von selbst.

Es ist bisweilen von grosser Wichtigkeit zu wissen wie weit man das Kostmass herabsetzen könne, um eben noch das Leben zu fristen. Hungersnoth z. B. zwingt zu ähnlichen Fragen. Versuche und Beobachtungen an ruhenden Gefangenen haben gezeigt, dass man die Menge eiweissartiger Körper für 24 Stunden auf 60 Gramm, in heisseren Klimaten sogar 40 Gramm ermässigen kann, ohne das Leben zu gefährden. Man bemass die Menge stickstofffreier Bestandtheile (entsprechend 60 Gramm stickstoffhältiger) mit 430 Gramm, somit ändert sich hier das Verhältniss der Nhältigen zur Nfreien Nahrung vom

Normale 1: 3,8 zu 1: 7,1, ein Beweiss, dass den stickstoffhältigen, plastischen Nährstoffen speciell die Bewegungskraft entstammt, da sie bei dauernder Ruhe so vermindert werden können, während die stickstofffreien Stoffe, als Wärmebildner, eine bedeutende Verminderung nicht zulassen.

Alle diese Durchschnittszahlen passen aber nicht für jedes Individuum, und wir können nicht umhin die Untersuchung über das Kostmass mit den Worten Moleschott's zu schliessen:

„Unter regelrechten Verhältnissen kann es nur die Wissenschaft interessiren, bei welcher Diät der Mensch nicht stirbt. Die Menschheit interessirt es, bei welcher Nahrung Männer wirken und Weiber ihre Kinder ernähren können."

Die gebräuchlichsten Nahrungsmittel und Nahrungsstoffe.

Kennen wir nun die Forderungen, welche an die Qualität und die Quantität der Nahrungsmittel gestellt werden können, so erübrigt noch, die einzelnen Nahrungsmittel und Nährstoffe, wie sie dem Menschen zukommen, wenigstens in allgemeinen Zügen zu erörtern.

Die Nahrung des Menschen besteht aus dem Fleische der Säugethiere, Vögel, Fische, zum Theil auch aus deren Eingeweiden, der Säugethiermilch, Eiern der Vögel, aus dem Mehl der verschiedenen Getreidegattungen, Reis, Hülsenfrüchten, Baumfrüchten, Gemüsen, aus Würzen und Speisezusätzen, als: Kochsalz, Fetten, Zuckerarten, Säuren, in- und exotischen Gewürzen, aus Wasser, Milch, aromatischen Getränken mit organischen Alcaloid, endlich aus gegohrenen Getränken.

Mittelwerthe der Nahrungsmittel.

Moleschott stellte die Mittelwerthe für die wichtigsten Nahrungsmittel tabellarisch zusammen:

Thierische Nahrungsmittel.

In 1000 Theilen	Fleisch			Leber der Wirbelthiere	Käse	Hühnereier	Milch der		
	der Säugethiere	der Vögel	der Fische				Frau	Kuh	Eselin
Eiweissartige Stoffe .	174,22	202,61	137,40	128,20	334,65	143,34	28,11	54,04	20,18
Leimbildner	31,59	14,00	43,88	37,38	—	—	—	—	—
Fett	37,15	19,46	45,97	35,04	242,63	116,37	35,64	43,05	12,56
Kohlehydrate	—	—	—	—	—	—	48,17	40,37	—
Extractivstoffe . . .	15,98	19,16	16 03	65,26	—	—	—	—	—
Salze	11,39	12,99	14.96	14,06	54,13	10.51	2,42	5,48	57,02
Wasser	728,75	729,83	740,82	720,06	368,59	735.4	885,66	857,05	910,24

Pflanzliche Nahrungsmittel.

In 1000 Theilen	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Mais	Reis	Hülsenfrüchte im Mittelwerth	Kartoffeln	Kohlrüben	Gurken
Eiweissartige Stoffe . .	135,37	107,49	122,65	90,43	79,14	50,69	233,57	13,23	20,00	1,30
Fette	18,54	21,09	26,31	39,90	48,37	7,55	19,80	1,56	3,00	—
Kohlehydrate	696,19	615,08	679,67	734,92	731,99	844,71	569,24	237,73	170,00	26,19
Extrativstoffe . . . ,	—	—	—	—	7,49	—	18,20	9,77	—	0,40
Salze	19,69	14,61	26,55	25,94	12,87	5,01	22 45	10,25	50,00 [2]	—
Wasser	129,94	138,73	144,62	108,81	120,14	92,04	136,74	727,46	800,00	971,40

V. Bibra analysirte einige Brotsorten.

In 1000 Theilen	Weizenbrot	Roggenbrot	Gerstenbrot	Haferbrot	Zwieback
Albuminate . . .	65,48	45,22	56,13	89,03	94,25
Fette	9,00	8,30	39.00	100,00	7,30
Kohlehydrate . .	503,52	516,48	821,07	724,37	784,25
Wasser	422,00	430,00	117,80	86,60	114,20

Die Asche der Körnerfrüchte und Hülsenfrüchte stimmt nahe mit der Asche der thierischen Nahrungsmittel überein, während jene der Gemüse und Kartoffeln sehr abweicht.

Die Obstsorten haben im Mittel in 1000 Theilen:

Eiweissartige Stoffe . . .	5,48
Pectin, gebundene Säuren, Fett	26,95
Schalen u. Zellstoff	6,49
Kerne	44,94
Zucker	72,25
Freie Säure	11,69
Salze	6,64
Wasser	825,56

Aus diesen Zahlen ergibt sich der Nährwerth der verschiedenen Nahrungsmittel. Mit steter Beziehung auf die vier wesentlichen Stoffe Albuminate, Fette, Salze und Wasser sind nur die thierischen Nahrungsmittel und von pflanzlichen die Samen der Cerealien und die Hülsenfrüchte von entsprechender Zusammensetzung. Gemüse und Obstsorten sind vermöge ihres grossen Wassergehaltes, ihrer abweichenden Aschenconstitution und ihrer Armuth an Fetten keine Nahrungsmittel im strengen Sinn. Die Kartoffeln insbesondere zeichnen sich durch ihren äusserst geringen Gehalt an Albuminaten aus.

Da wir das Kostmass eines arbeitenden Menschen in 24 Stunden mit 430 Gramm eiweissartiger und 488 Gramm stickstofffreier Substanzen bezifferten, so ist folgende Tabelle Gorup-Besanez's, welche den Gehalt einzelner Nährstoffe an genannter Substanz vergleichend angibt, von wesentlichem Interesse:

Es entsprechen dem Kostmass d. i.:

130 Gramm Albuminaten		488 Gramm stickstofffreien Substanzen	
Käse	388 Grm.	Reis	572 Grm.
Linsen	491 „	Mais	625 „
Schminkbohnen .	576 „	Weizenbrot . . .	631 „
Erbsen	582 „	Linsen	806 „
Ackerbohnen . . .	590 „	Erbsen	819 „
Ochsenfleisch . .	614 „	Ackerbohnen . .	823 „
Hühnereier . . .	968 „	Schminkbohnen .	876 „
Weizenbrot . . .	1444 „	Hühnereier . . .	902 „
Mais	1642 „	Roggenbrot . . .	930 „
Reis	2562 „	Käse	2011 „
Roggenbrot . . .	2875 „	Kartoffeln . . .	2039 „
Kartoffel . . .	10000 „	Fleisch	2261 „

Aus dieser Tabelle ergibt sich, dass die Hülsenfrüchte am besten den Anforderungen an ein gutes Nahrungsmittel entsprechen. Am wenigstens eignen sich die Kartoffeln als Nahrungsmittel, da um die nothwendige Menge Albuminate zu gewinnen, von selben täglich 10 Kilos d. i. 20 Zollpfunde genossen werden müssten.

Die Degeneration, die immer wiederkehrenden epidemischen Krankheiten solcher Bezirke, deren Bewohner fast allein auf Kartoffelnahrung angewiesen sind, liefern den traurigen Beweiss von der Richtigkeit des Gesagten.

nahrhafte Nahrungsmittel.

Wir können somit ein Nahrungsmittel, welches Albuminate, Fette und Salze enthält, mit dem Eigenschaftswort nahrhaft bezeichnen.

Im gewöhnlichen Leben nun werden die Begriffe nahrhaft und verdaulich häufig als synonim gebraucht.

verdauliche Nahrungsmittel.

Es bezeichnet aber die Verdaulichkeit in dieser Beziehung genommen nur den Grad der Schnelligkeit, mit welchem ein nahrhaftes Nahrungsmittel in den Organismus vollkommen übergeht.

So kann irgend ein Nahrungsmittel leicht verdaulich, darum aber noch immer nicht nahrhaft sein, welche letztere Bezeichnung nur einem Nahrungsstoff zukommen kann. Sind zwei Nahrungsmittel gleich nahrhaft, dann entscheidet allerdings die Verdaulichkeit, da die möglichst kurze Dauer der Assimilation dann über den Werth entscheidet.

Assimilation.

Die Assimilation der Nahrungsmittel d. h. deren Aufnahme in den Blutkreislauf besteht in zwei Functionen; in der passenden inquilinen Zubereitung, Umwandlung derselben, der Verdauung und in der eigentlichen Aufsaugung dieser verdauten Stoffzuführen.

Vorbereitung zur Verdauung.

Abgesehen von mechanischen Functionen als: Kauen, Zermalmen, Schlingen u. dgl. ist die eigentliche Zubereitung und Umwandlung der Nahrungsmittel Product chemischer Processe und insofern hier mit einiger Berechtigung zu besprechen.

Verdauung.

Die chemischen Veränderungen der Ingesta entstehen zunächst durch Einwirkung mehrerer thierischer Flüssigkeiten, so des Speichels, Magensaftes, der Galle, des Bauchspeichels, Darmsaftes und endlich des Schleims.

Alle diese sogenannten Verdauungssäfte zeichnen sich durch hohen Wassergehalt, eine Temperatur von 37—38° C. aus. Speichel, Pancreassaft und Darmsaft reagiren alkalisch, der Magensaft sauer vom Gehalt an freier Säure.

Die Verdauungssäfte repräsentiren somit Alkalien und Säuren, und erwägt man die leichte Zersetzbarkeit der Säfte, den Gehalt derselben an organischen gährungsfähigen Substanzen, welche derlei Processe auch auf die eingeführten Stoffe fortpflanzen, so besitzen wir in den Verdauungssäften kräftige Agentien zur Lösung und Umwandlung der Nährstoffe.

Wirkung des Speichels.

Der Speichel, mit welchem die Speisen gleich in der Mundhöhle in Berührung kommen, hat eine zu kurze Dauer der Einwirkung, um wichtigere Veränderungen bewirken zu können. Reiner Speichel wandelt erst nach längerer Zeit Stärkekleister in Dextrin über, die gemischte Mundflüssigkeit vollführt dies jedoch ziemlich rasch, wobei freilich zu bedenken kommt, dass die vorhergehende culinarische Bearbeitung der Speisen den Uebergang von Stärke zu Zucker bereits anbahnt.

des Magensaftes.

Der Magensaft, eine mit Labdrüsen gemengte, an und für sich klare, durch freie Salzsäure sauer rea-

girende und ein eigenthümliches Dauungsprincip, das Pepsin, enthaltende Flüssigkeit von bedeutendem Wassergehalt (994 in 1000 Theilen) ist ein sehr kräftig wirkendes Agens. Beobachtungen über die inquiline Wirkung des reinen Magensaftes sind kaum zu gewinnen, da von der Mundhöhle einerseits und durch den Pylorus anderseits stets gewisse fremdartige Beimengungen stattfinden.

Verdauung des Fleisches.

Auf Fleisch wirkt der Magensaft zerkleinernd, und lösend ein, die Bündel zerfallen bis in die feinsten Theilungen, ohne dass die kleinsten Partikelchen sich vollkommen lösen. Die Albuminate werden zu Peptonen, die Erdsalze gelöst, nicht minder die leimgebende Substanz der Knochen.

der Milch.

Die Milch gerinnt und nach abgeflossenen Molken bleibt im Magen noch eine aus Caseïn und Fett bestehende Masse zurück, die sich allmälig löst.

des Brotes.

Die Albuminate des Brotes werden gelöst, die Amylacea desselben vollständig in Zucker umgesetzt, vorausgesetzt die vorgängige Bearbeitung derselben durch den Mundspeichel.

der Leguminosen.

Hülsenfrüchte als Purée genossen, werden ziemlich vollständig in Dextrin u. s. w. umgesetzt, aber sehr mangelhaft, theilweise gar nicht verändert, wenn sie zu geringer Temperatur ausgesetzt, mit nicht geplazten Umhüllungsmembranen verzehrt werden.

Bildung des Chymus.

Schon durch die Einwirkung des Magensaftes wird ein geringer Theil der Alimente so weit verarbeitet, dass er directe in Chylus- und Blutgefässe übertreten kann. Der bei weitem grösste Theil jedoch wandelt sich nun in einen mehr minder consistenten Brei, den Chymus um, der durch den Pylorus in den Darmtractus gelangt.

Hier kommen die Säfte des Darmcanals in Mitwirkung und der Chymus in seinem langsamen Vorrücken zum Dickdarm gibt die durch Magensaft und Darmsäfte gelösten Substanzen so: Peptone, Gummi, Dextrin, Zucker, Salze, an die Lymph- und Blutgefässe ab, welche sich mit diesem löslichen Theile des Chymus, dem Chylus füllen, während der unlösliche, als: Cellulose, elastische Fasern, unlösliche Salze u. dgl., der je weiter gegen den Dickdarm, desto relativ überwiegender an Quantität wird, sich mit fortwährenden Ausscheidungen, die von der Blutbahn aus in das Darmrohr gelan-

gen, bereichert, und endlich theilweise in Gährung geräth, jene bekannten übelriechenden Gasarten bildet und schliesslich als Fäcalmasse das Darmrohr verlässt.

Im Verlaufe des Darmrohres nun treten wirksam auf:

Wirkung der Galle,

Die Galle, welcher die Resorption der Fette, oder doch die mechanische Vorbereitung hierzu theilweise zuzuschreiben ist.

des Bauchspeichels.

Der Bauchspeichel, welcher die Umsetzung der Amylacea in Zucker energisch befördert.

des Darmsaftes.

Der Darmsaft, dessen specielle Wirksamkeit, nicht genau gekannt ist, der aber selbst in Buttersäure sich umzuwandeln scheint.

Die eigentlich chemischen Vorgänge im ganzen Verdauungstract sind somit etwa folgende:

Amylum und Amylacea werden zu Dextrin und Zucker verwandelt.

Der gebildete Traubenzucker liefert zum Theil die Producte der sauren und schleimigen Gährung.

Die Fette werden weniger chemisch verändert, als mechanisch zur Resorption geschickt gemacht.

Die Eiweisskörper werden in Peptone umgewandelt, und als solche resorbirt.

Elastisches und Horngewebe werden nicht gelöst.

Darmgase.

Aus Planer's Untersuchungen über die Gase des Darmtractus ergibt sich, dass die Bildung dieser Gase durch Genuss von freien Säuren verringert, durch Genuss von Alkalien jedoch vermehrt werde.

Es wäre somit der saure Magensaft mit Ursache an der geringen Gasbildung im Darmtract.

Im Magen findet normalerweise keine Gasentwicklung statt, im Darm selbst erzeugt sich anfangs Kohlensäure und Wasserstoff, dann nur Kohlensäure, und endlich im Dickdarm bildet sich das mit der Fäcesbereitung nach Fleischkost zusammenhängende Schwefelwasserstoffgas.

Zeit der Verdauung.

Was nun die Zeit des Verdauungsprocesses betrifft, so herrschen hierüber im practischen Leben mannigfache aber ebenso irrthümliche Vorstellungen. Eine bestimmte Zeitdauer ist bei gewöhnlicher Lebensweise für die Verdauung schon darum nicht anzugeben, weil die

Pausen zwischen den verschiedenen Mahlzeiten gar nie so lange sind, um dass bis dahin alle vorher eingenommenen Nahrungsmittel schon in Kreislauf übergegangen sein könnten.

Die ersten Stunden nach der Mahlzeit, welche gemeinhin als Zeit der Verdauung angenommen werden, umgränzen nur etwa jene Periode, wo der erste Angriff des Verdauungsprocesses stattfindet. Hierher zählt die Magenverdauung (3—5 Stunden) und die anfänglichen peristaltischen Bewegungen der Gedärme. Es ist ferner vielfach discutirt worden, ob Ruhe oder Bewegung den Dauungsprocess fördern, und inwieweit geistige Anstrengung zu meiden sei. Abgesehen davon, dass der eigentlich chemische Vorgang trotz Ruhe oder Bewegung vor sich geht, ist eine fortwährende Pressung oder Erschütterung der Eingeweide wie dies bei Reiten, Fahren, Gehen mehr minder der Fall ist, weniger zweckmässig für Organe, die in gleichzeitiger Bewegung und Arbeit stehen.

Wenn ferner das gesammte Nervensystem der unterhalb des Zwerchfells gelegenen Partien in erhöhter Spannung und Umsetzung dieser Spannung sich befindet, vermehrte Blutzufuhr u. s. w. in Anbetracht kommen, so mag eine Anstrengung des Gehirns lebhafter empfunden und desshalb nach Möglichkeit vermieden werden.

Es dürfte auch Schonung in geistiger Beziehung eher zugestanden werden müssen, als körperliche, da das Beispiel so vieler arbeitenden Menschen, welche bei kurzer Mittagsrast harte Arbeit unmittelbar nach der Mahlzeit bei übrigens vortrefflicher Gesundheit vollführen, gegen die Nothwendigkeit einer längeren Bewegungspause nach der Mahlzeit spricht.

Aufsaugung.

Die eigentliche Aufsaugung, Assimilation im engern Sinn, führt die verdauten somit chemisch mehr minder veränderten Stoffe in die Blut- und Lymphgefässe über. Die ganze Masse dieser zur Assimilation vorbereiteten Substanzen, der Chylus, besteht aus Fetten und verschiedenen Lösungen.

Die Fette nun werden niemals gelöst, sondern fein zertheilt, und in die abführenden Chylusgefässe getrieben,

wobei Galle und Pancreassaft eine nicht vollkommen bekannte Vermittlungsrolle spielen.

Die verschiedenen Lösungen gelangen in die Blut- und Lympfgefässe gemäss den Gesetzen der Diffusion.

Brücke hat in seiner klassischen Arbeit über Chylusgefässe und die Resorption des Chylus (Wien 1853) gezeigt, wie zweckmässig die Darmzellen mit ihren offenen Anfängen gebildet sind, und in Verbindung mit einem passenden Muskelapparat zur Weiterschaffung des Chylus wesentlich beitragen. Es sind somit eine grosse Menge von Canälchen vorhanden, wodurch in der Richtung vom Darm zum Blut die Aufsaugung statthat. Wesentliche Momente hierbei sind: Der Concentrationszustand der Nährflüssigkeiten im Darm (selbe sind alle sehr wasserreich und vice versa ist das Blut verhältnissmässig concentrirt); die stete Bewegung des Blutes im Kreislauf, wodurch das gesättigte ab, das noch weniger concentrirte zufliesst, endlich die verschiedene Reaction, Spannung u. dgl. in Darm und Gefässen.

Im Allgemeinen vermitteln die Chylusgefässe den Uebergang von Nährstoffen ins Blut, doch treten auch manche Stoffe directe ins Blut, wie dies Versuche mit Zucker, Farbstoffen und gewissen Salzen zur Genüge erwiesen haben.

Den Uebergang der einzelnen Zufuhrstoffe, als Wasser, Zucker, Albuminate u. s. w. in den Kreislauf, haben wir im allgemeinen Theil bereits besprochen, und haben nur noch ein Moment zu berücksichtigen, die Aufenthaltsdauer des Chylus im Darm.

Dauer der Aufsaugung.

Es ist einsichtlich, dass im normalen Stoffwechsel der Nahrungsbrei genügend lange Zeit im Darmrohr verbleiben muss, wenn er gänzlich erschöpft werden soll. Die Beschaffenheit der Nahrungsmittel, die Bewegungen des Darms, die sich hierbei ergebenden Widerstände wirken auf diese Zeitdauer natürlich ein. Krankhafte Processe, seien sie localer oder aber auch allgemeiner Natur, beeinträchtigen hier die Aufsaugung, indem sie für längere Zeit eine Anfüllung der Gedärme mit Speisebrei nicht dulden und abnorme Entleerungen bedingen, welche nebst dem Darmauswurfstoffen auch nahrhafte, theilweise schon zur Aufsaugung bereite Substanzen aus-

führen und somit trotz reichlicher Zufuhr das betreffende Individuum abmagern und entkräften lassen. Dass hierbei die Form und die Nebenbestandtheile der eigentlichen Nährstoffe sehr zu berücksichtigen sind, wollen wir gelegentlich der Wahl der Nahrungsmittel noch kurz erörtern.

Ausgaben.

Die Ausgaben des Thierorganismus geschehen zum Theil in messbaren Mengen durch Blase, Darm, Lunge, etwa noch Haut in nahezu unmessbaren Mengen in der Schleim- und Speichelsecretion, in der Abschuppung der Horngebilde (Nägel, Haare, Epithelien). Wir entnehmen hierbei nur die Grundstoffe der Ausscheidung und beginnen mit dem

Wasser. Wasser, dessen aus dem Organismus austretende Menge grösser als die aller andern Ausscheidungen zusammengenommen ist. Wir wissen schon von frühern Erörterungen, dass die Blase wohl die grössere Hälfte der Wasserausscheidung vermittelt, unter veränderten Bedingungen jedoch Lunge und Haut mehr ausscheiden, als die Nieren. Die Ausscheidung des Wassers durch den Darm ist sehr gering.

Kohlenstoff. Zunächst dem Wasser ist der tägliche Verlust an Kohlenstoff der bedeutendste. Der Kohlenstoff tritt wohl zumeist als Kohlensäure aus.

Stickstoff. Der Stickstoff verlässt in beträchtlichen Mengen den Körper, wohl grösstentheils im Harn. Ein wenn auch nicht allzuhoch zu veranschlagender Theil desselben geht durch Haut und Lunge ab.

Wasserstoff. Sauerstoff. Wasserstoff und Sauerstoff, soweit sie nicht bei den Formeln des Wassers und der Kohlensäure betheiligt sind, kommen der Ausscheidungsmenge nach kaum in Anbetracht.

Salze. Die anorganischen Salze werden zumeist durch die Blase und den Darm entleert. Doch enthält auch die Hautausscheidung einige derselben, worunter Kochsalz erwähnenswerth erscheint.

Die Ausscheidungen den Hauptformen nach vertheilen sich in ausgeathmete Luft, in Harn, Schweiss,

Hautschmiere, Horngebilde und Schleim, Thränen, Darmgase und letztlich Koth.

Versuchen wir mittlere Zahlen für die Ausgabswerthe zu gewinnen, so ist dabei wohl zu bedenken, dass selbe nur als approximativ angesehen werden dürfen.

In 24 Stunden werden bei einem angenommenen Körpergewicht von 63,65 Kilogramm verausgabt (Moleschott):

Luft d. i. O, H, CO_2, Wasserdämpfe nach Abzug des inspirirten O	1798 Gramm
Harn	1422 „
Koth	140 „

Bezüglich Thränen, Hautschmiere, Horngebilden, Schleim, Darmgasen haben wir keine Zahlen anzugeben.

Schweiss soll nach Funke's Versuchen, wobei angenommen wird, dass die ganze Körperoberfläche ungefähr im gleichen Mass wie der Arm secernirt, unter obigen Verhältnissen zwischen 1272 Gramm und dem mehr als zehnfachen Gewicht entleert werden.

Statik des Stoffwechsels.

Aufforderungen an die Statik.

Eine Statik des Stoffwechsels ist heute zu Tage noch eine Unmöglichkeit. Formuliren wir nach Gorup-Besanez die Anforderungen an eine rationelle Statik in die Fragen über Einnahme, Ausgabe und Ueberschuss, so ist jede dieser Fragen an und für sich kaum erschöpfend zu erledigen.

Wie viel beträgt die Gesammtmenge aller Ausgaben eines Körpers von gegebenem Gewicht? Wie vertheilt sich diese Menge auf die einzelnen Organe und was veranlasst Schwankungen in der Ausfuhr?

Welche Einnahmen entsprechen diesen Ausgaben, wie verhalten sich einzelne Organe, wie der ganze Organismus bei vollständiger, wie bei theilweiser Deckung der Ausgaben durch die Einnahmen?

Endlich wie wird ein Ueberschuss an Zufuhr zum bleibenden Gewinn, zum Substanzansatz verwendet, und wie ist es bewirkbar, dass einzelne Organe an Masse einseitig gewinnen können?

Die enormen Schwierigkeiten, welche der Beantwortung obiger Fragen entgegenstehen, zeigen sich in

auffälliger Weise, wenn man die Statik des thierischen Organismus mit jener eines anderweitigen ähnlichen Vorganges vergleicht.

So nimmt Ludwig das Beispiel eines Wasserbehälters, der gleichzeitig Zu- und Abfluss erleidet, aber dabei constant bleibt. Diese Constanz ist nun für den Thierorganismus kaum erreichbar. Wie im Wasserbehälter strömen Stoffe zu und ab, aber die eigentliche Gewichtsmenge des Organismus schwankt hierbei mehr minder heftig. Wir sprechen daher z. B. von einem mittleren täglichen Körpergewicht. Ferner ist die Art der Einnahmen und Ausgaben eine an sich wechselnde. Gewisse Einnahmen und Ausgaben z. B. Sauerstoff, Wasserstoff sind constant, während andere periodisch vorkommen, endlich sind die Ausgaben nicht etwa als Effect der nachdrängenden Einnahmen sich vorzustellen. Nicht Gleiches wird durch Gleiches verdrängt, sondern die Grundbestandtheile scheiden sich, verglichen zur Form ihrer Einfuhr, in vielfach veränderter Form und Gruppirung ab.

Schwierigkeit der Bilanzaufstellung.

Aus dieser Erörterung geht somit die Schwierigkeit, eine Bilanz des Stoffwechsels aufzustellen hervor und ist demnach der Werth jener zahlreichen bisweilen ausgezeichneten Arbeiten zu bemessen, die als Ziel eine ziffermässige Statik anstreben. Es mag hierbei noch erwähnt werden, wie die Angaben der meisten Forscher sich auf die verschiedenartigsten Thiere beziehen und das Anpassen von solchen Resultaten auf den menschlichen Organismus, dessen Stoffwechsel zu erkennen uns doch hauptsächlich beschäftigen muss, schon an und für sich misslich erscheint. Von all' den zahlreichen Arbeiten erwähnen wir:

Einschlägige Literatur.

Bischoff und Voit. Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. 1860.

Bidder und Schmidt. Die Verdauungssäfte.

Barral. Statique chimique des animaux 1850 und die einschlägigen zum Theil älteren Arbeiten Chossat's, Boussingault's und Schuchardt's, welche in den verschiedenen Jahresfachberichten excerpirt sind. Ludwig's Lehrbuch der Physiologie enthält in erschöpfender Zusammenstellung die wichtigsten Zahlenresultate und

wir entnehmen diesem Werke nur eine Tabelle Barral's, worin die Vertheilung der Einnahmen und Ausgaben bei vollständiger Nahrung nach Form und Elementarbestandtheilen berücksichtiget ist.

Temperatur — 0.54° C.

Einnahmen	Für 1 Kilogrm. Körpergew. in 24 Stund. in Grm					
	C	H	N	O	HO	Summe
Durch Alimente . .	7,7	1,2	0,6	7,0	42,1	58,6
„ die Lunge .	—	—	—	22,3	—	22,3
						80,9
Ausgaben						
Durch die Verdunstung	7,06	1,09	0,31	28,94	17,31	54,71
„ „ Nieren .	0,32	0,06	0,23	0,17	22,56	23,34
„ den Darm .	0,32	0,05	0,06	0,19	2,23	2,85
						80,90

Temperatur + 20.18° C.

Einnahmen	Für 1 Kilogrm. Körpergew. in 24 Stund. in Gem.					
	C	H	N	O	HO	Summe
Durch Alimente . .	5,6	0,9	0,4	4,0	38,8	49,7
„ die Lunge .	—	—	—	16,4	—	16,4
						66.1
Ausgaben						
Durch die Verdunstung	5,12	0,81	0.16	20,13	17,06	43,28
„ „ Nieren .	0,29	0,06	0,21	0,15	20,59	21,30
„ den Darm . .	0,19	0,03	0,03	0,12	1,15	1,52
						66,10

Wahl der Nahrungsmittel.

Wir kennen zwar das ungefähre Nahrungsbedürfniss, das Kostmass des Menschen, haben aber bei dem verschiedenen Nährwerth der mannigfaltigen Speisen und Getränke, wie sie uns die Natur und die Kochkunst bieten, reichen Anlass eine dem Lebensalter, dem Geschlechte, dem Klima u. s. w. entsprechende Wahl der Nahrungsmittel zu treffen. Es ist eine solche Wahl wichtig für den gesunden Organismus, unerlässlich jedoch für den kranken Körper, wo die Gesammttherapie bisweilen in einer passenden Diät besteht.

Wahl der Nahrungsmittel im gesunden Zustande.

Nahrung im Säuglingsalter.

Die Qualität und Quantität der Nahrung im Beginn und der ersten Entwicklung des thierischen Lebens sind vor Allem wohl zu berücksichtigen.

Der Säugling besitzt zwar in einer guten Muttermilch das zweckmässigte und sein Bedürfniss vollkommen dekkende Nahrungsmittel, ist aber zu Folge körperlicher oder socialer Hindernisse von Seite der Wöchnerin häufig nicht in der günstigen Lage Muttermilch zu erhalten.

Die Muttermilch lässt sich am besten durch die Milch einer Amme ersetzen, aber man hat bei der Wahl einer solchen Nahrungsquelle sorgfältigst darauf zu achten, dass die selbstverständig vollkommen gesunde Amme möglichst gleichzeitig mit der Mutter des von ihr zu stillenden Kindes entbunden sei. Es wird dadurch eine annähernde Gleichartigkeit in den einzelnen Bestandtheilen der vom kindlichen Organismus geforderten und von seiner Ernährerin gegebenen Milch ermöglicht, und das Kind gedeihen. Muss die Auffütterung des Kindes ohne Frauenmilch geschehen, so eignet sich, wie wir aus der Moleschott entlehnten Tabelle sehen konnten, die Milch der Eselin am besten zum Ersatzmittel. Die Kuhmilch, welche bei geringem Gehalt an Zucker reich an allen andern Milchbestandtheilen ist, muss, um dem Kinde zuträglich zu werden, erst mit Wasser verdünnt und mit etwas Milchzucker versetzt werden. Es ist in dem raschen Stoffwechsel und dem reichen Stoffansatz eines Säuglings das häufig wiederkehrende Nahrungsbedürfniss begründet und daher dessen Befriedigung alle drei bis vier Stunden nothwendig. Selbst im Kindes- und Jünglingsalter ist eine mehrmalige Sättigung tagsüber erforderlich, da bei einem regen Stoffumsatz auch entsprechende Zufuhr verlangt wird. Es soll die Nahrung in diesen Altersperioden aber aus wirklich nahrhaften Speisen, als da: Brot, Fleisch, Hülsenfrüchten bestehen. Obst, zarte Gemüse, Fruchtsäfte, obwohl von geringem Nährwerth sind als kühlende und den oft allzu reichen turgor vitae etwas umstimmende Alimente von Nutzen.

im Kindesalter.

Geistige Getränke, Würzen und aufregende alcaloidhaltige Pflanzenaufgüsse, wie Thee, Caffee, sind theils

ganz zu meiden, theils durch Zusätze, wie Milch u. dgl., in ihrer Wirkung zu modificiren.

im Mannesalter. Im Mannesalter ist wohl ziemlich alles nicht absolut Schädliche zu geniessen erlaubt und nur auf die Art und Weise des Genusses, gutes Kauen uud Zermalmen der Speisen zu sehen. Entsprechend dem körperlichen Ungemach des höheren Alters, so dem Abnützen und Ausfallen der Zähne, der mangelhaften Thätigkeit der Verdauungsorgane soll auch die Nahrung älterer Menschen wieder mehr weicher, dabei nahrhafter und verdaulicher sein. Passende Gewürze, leichte Biere, guter Wein unterstützen hier die Ernährung wesentlich und fördern die Blutbereitung.

im Greisenalter.

Beziehung des Geschlechtes zur Nahrung. Der geringere Stoffumsatz, der im Allgemeinen bei dem weiblichen Geschlecht statthat, erfordert auch entsprechend verminderte Stoffzufuhr. Lassen wir für die schönere Hälfte die ebenerwähnten Regeln gelten, so haben wir nur die Ernährung des Weibes in einem ihm eigenthümlichen Zustand, den der Schwangerschaft und Kindesstillung, zu berücksichtigen. Ein erhöhtes Nahrungsbedürfniss ist bei der Ernährung von zwei Individuen leicht erklärlich. So gut alle Reizmittel, so weit sie in der Nahrung vorkommen, bei der leichten Erregbarkeit der Frauen im Allgemeinen mässig zugeführt und in gewissen Zeiten, so während der Katamenien ganz vermieden werden sollen, ebenso mögen auch für schwangere Frauen nicht allein nahrhafte, sondern auch vorzüglich verdauliche Nahrungsmittel gewählt werden. Die Stillung des Hungers geschehe öfters, ohne gerade den Magen zu überladen. Längere Pausen in der Ernährung, wie selbe von nicht geschwängerten Frauen ganz gut vertragen werden, rufen bei Schwangeren das Gefühl von Schwindel, Ohnmacht hervor, die hier als Ausdruck beginnender Inanition aufzufassen sind und desshalb auf gute Nahrung, so z. B. ein kräftiges Frühstück unmittelbar nach dem Erwachen, aufzuhören pflegen (Küchenmeister). Die Nahrung der Wöchnerin ist in den ersten Tagen nach der Entbindung selbstverständlich die einer Kranken und besteht in dünnen Fleischbrühen und bei gutem Verlauf des Wochenbettes nach wenigen Tagen in einer festeren, aber gut verdaulichen Kost. Moleschott

Nahrung in der Schwangerschaft

im Wochenbett.

empfiehlt schwachen Wöchnerinnen bei wiederholtem Gefühl von Schwäche und Ohnmacht einen ziemlich starken Aufguss von chinesischem Thee, der nur 1—2 Minuten zog.

Beziehung der Lebensweise zur Nahrung.

Einen gewichtigen Einfluss auf die Wahl der Nahrung hat die Lebensweise des Menschen auszuüben. Wir wissen, dass bedeutender Kraftaufwand, wie er bei arbeitenden Menschen erforderlich ist, eine entsprechend reichliche Stoffzufuhr verlangt, um die Ausgaben zu decken. Es eignet sich hierzu eine kräftige, aber nicht zu reizende, aufregende Nahrung. Brod, Fleisch, Butter, Käse, Bier werden hier genügen; Thee, starker Kaffee, Spirituosen in manchen Fällen schädlich wirken, da durch die energisch ausgeführten Muskelactionen eines Arbeitenden ohnediess ein regerer Stoffwechsel, rascherer Blutumlauf u. s. w. erzielt werden. Ausnahmsweise kann der Gebrauch von Spirituosen nothwendig werden, so bei anhaltender Beschäftigung an feuchten, kalten Orten, auf der See und vorzüglich dann, wenn die Zufuhr der Nahrungsmittel beschränkt wird. Der Alcohol dient hier, um einen bekannten Ausdruck zu gebrauchen, insoferne als Sparbüchse der Gewebe, als bei dessen Genuss der Stoffwechsel minder rasch vor sich geht, somit die Speisen länger vorhalten.

Dessgleichen ist ein mässiger Genuss von spirituosen und reizenden Genussmitteln als Wein, Thee, Kaffee, jenen Personen anzurathen, die vermöge einer mehr geistigen Arbeit das Denkvermögen und die Phantasie häufig anstrengen. Moleschott weist mit Recht auf den allgemein verbreiteten Irrthum hin, als würde eine solche Thätigkeit den Stoffwechsel nicht beschleunigen. Hingegen ist es nothwendig, dass Menschen, die ein der körperlichen Bewegung mehr fernstehendes Leben führen, besonders leicht verdauliche Nahrung geniessen. Das Mass geistiger Getränke und aller andern reizenden Genussmittel ist übrigens so von Gewohnheit und Individualität abhängig, dass hier in Bezug auf die Menge, welche ohne Störung der allgemeinen körperlichen Functionen hiervon genossen werden kann, oft die abweichendsten und widersprechendsten Zahlen sich ergeben. Man beachte nur, dass auf zu grosse Reizung

das Stadium der sogenannten Ueberreizung eintritt, woraus dann mehr minder schädliche Folgen für den Organismus erwachsen.

Beziehung des Klimas zur Nahrung.

Von weittragender Bedeutung für die Wahl der Nahrungsmittel ist das Klima. Zwischen dem Eskimo der Polargegend, der den Thran des Seehundes in grosser Menge consumirt, und sich dabei verhältnissmässig eben so wohl befindet als der Beduine der atricanischen Wüste, der mit wenigen Datteln und einer Hand voll Reis seine Bedürfnisse deckt, tritt eben das Klima als erklärend und vermittelnd ein. Im hohen Norden sind fettreiche Nahrungsmittel ein Bedürfniss. Der Organismus bedarf mehr der Wärme, eines gesteigerten Respirationsprocesses, somit mehr Fett, mehr Brennmaterial. Entsprechend dem regeren Stoffumsatz verlangt der Nordländer kräftige Fleischnahrung, verträgt starke, geistige Getränke und energische Reizmittel, während der Südländer mit milder, theilweise rein vegetativer Kost sich begnügt und bei gemindertem Stoffwechsel auch quantitativ zurücksteht. Besonders wichtig aber ist die Wahl der Nahrungsmittel zunächst für Jene, die sich in einem ihnen bisher fremden Lande zu acclimatisiren haben, und ist eine passende Diät hier oft die einzige Möglichkeit das Leben zu erhalten.

Wahl der Nahrungsmittel im kranken Zustande.

Der Hauptzweck der Ernährung ist die Blutbildung. Ein normal zusammengesetztes Blut wird ceteris paribus eine vollkommene Ernährung ebenso entsprechend besorgen, als ein mehr minder abnorm gemischtes Blut auch die Ernährung modificiren wird. Es kommt bei der Wahl der Nahrungsmittel in pathologischen Processen somit vorerst auf eine möglichst genaue Kenntniss des hierbei kreisenden Blutes an. Kennen wir die abweichende Mischung dieser wichtigsten thierischen Flüssigkeit in gewissen Krankheiten, so haben wir wenigstens einen werthvollen Anhaltspunkt, gewisse Nahrungsmittel, deren Einfluss auf die Blutbereitung wir kennen, zu gewähren oder zu verweigern. Wenn nun auch in folgenden, Henle's rationeller Pathologie und Moleschott's

Diätetik entlehnten Erörterungen keine neuen Rathschläge über Diät sich vorfinden, so soll wenigstens der innere Zusammenhang zwischen Erkrankung und der empfohlenen vielleicht schon längst gebräuchlichen Diät nach Vermögen dargestellt werden.

In Entzündungskrankheiten ist zufolge zahlreicher Analysen der Faserstoff- und der Eiweissgehalt des Blutes vermehrt; es tritt aber auch bei gänzlicher Enthaltung von Speisen und Getränken eine solche Vermehrung auf. Eine Blutverbesserung kann hier somit durch Verdünnung des Blutes eher erzielt werden, als durch mangelhafte Zufuhr von Albuminaten. Anderseits mindert sich in Entzündungskrankheiten das Oxydationsvermögen im Körper, somit die rückbildende Metamorphose. Auch hier ist eine reichliche Wasserzufuhr, welche, wie wir andern Orts erörterten, den Stoffwechsel beschleunigt, angezeigt. In Entzündungskrankheiten.

Es wird also in Entzündungskrankheiten anzuempfehlen sein, thierische Nahrungsmittel ganz zu meiden, dagegen aber kühlende Getränke, Wasser, Mandelemulsionen, säuerliche Lösungen reichlich zu geniessen.

Es versteht sich von selbst, dass bei Entzündungen in Organen, die eine directe Einwirkung von genossenen Speisen oder Medicamenten erleiden, die Wahl eine umso vorsichtigere sein muss. Magen-, Darm-, Nierenleiden erfordern desshalb besondere diätetische Berücksichtigung.

Fieber, insoferne sie als die Symptome der Entzündungskrankheiten erscheinen, fallen in ihrer Berücksichtigung mit diesen zusammen.

In Fiebern selbstständigen Characters, wie Wechselfieben, Typhen u. dgl, ist in diätischer Beziehung bisweilen das Erspriesslichste zu leisten. Da in solchen Erkrankungen die Secretionsthätigkeit in den Magen- und Darmdrüsen theils gemindert, theils ganz aufgehoben, anderseits bei der grossen Heftigkeit und mehr minder langer Dauer der Erkrankung Inanition zu befürchten steht, so sind Nahrungsmittel zu wählen, die ihrer Form und Verdaulichkeit nach die Verdauungssäfte wenig beanspruchen, und doch nährend und kräftigend wirken. In Fiebern.

Kühlende Getränke, Fruchtsäfte, dünne Suppen, Milch sind hier angezeigt. In den Remissionen des Intermittens ist eine bessere Kost, gebratenes, gut gesalzenes Fleisch, sogar etwas Wein oft mit vielem Vortheil zu gestatten.

In Chlorose.

Die Chlorose mag nun durch eine Anomalie in den Gefässwänden, oder durch directe Mischungsfehler im Blut bedingt sein, die Blutasche mag weniger Eisen enthalten, oder nicht, so steht doch der Nutzen der Eisenpräparate und einer kochsalzreichen, kräftigen Nahrung, verbunden mit Landluft und passender Bewegung, ausser allem Zweifel. Fleisch, besonders Wildfleisch, welches nicht ganz braun gebraten sein mag, Hülsenfrüchte u. dgl. sind anzurathen.

Im Scorbut.

Menschen, die lange in schlechtventilirten Räumen leben, oder der Bewegung, frischer wechselnder Kost entbehren, endlich Kranke aus Erschöpfung pflegen nicht selten dem Scorbut anheimzufallen

Chemische Vorstellung über die Blutmischung bei Scorbut haben wir keine. Die bisher beste Theorie, welche Kaliverarmung des Blutes angibt, berührt leider nur auf einer Analyse. Practisch bewähren sich als Antiscorbutica frische Vegetabilien, kräftige verdauliche Fleischkost, Wein, Pflanzensäuren, gutes Trinkwasser, Bewegung.

In der Rachitis.

Ein verheerendes, dem kindlichen Alter mehr minder eigenthümliches Leiden der Knochen, die Osteomalacie oder Rachitis, ist chemisch als Schwund des Kalkphosphates zu bezeichnen, und auf zwei Ursachen zurückzuführen.

Entweder findet eine allzuweiche Milchsäurebildung im erkrankten Knochen statt, oder es scheidet sich milchsaurer nebst löslichem $^2/_3$ bis $^1/_3$ dreibasischen phosphorsaurer Kalk ab, oder aber es wird dem Kind zu wenig Milch, mithin auch zu wenig phosphorsaurer Kalk zugeführt.

Man hält die richtige Mitte, wenn man nach Möglichkeit kalkphosphathältige Nahrung gewährt, und stärkemehlreiche Speisen, die zu einer schädlichen Milchsäurebildung Veranlassung geben könnten, vermeidet.

Man nähre daher rhachitische Kinder mit Milch und gehe mit passender Beschleunigung zu Eiern, Fleisch über, lasse wenig Brod, keine Kartoffeln geniessen.

Im Diabetes mellitus.

Ein rein diätetisches Verhalten erfordert der Diabetes mellitus.

Abgesehen von den widersprechenden Angaben über den Ursprungsort dieser Erkrankung und von der Zuckerbildung aus albuminoiden Substanzen, wissen wir die eine Thatsache, dass auf Genuss von stärkemehlhältiger Nahrung der Zuckergehalt im Harn beträchtlich steigt, und bei Beschränkung dieser Nahrungsstoffe wieder fällt. Man lasse daher den Diabetiker mehr animalische, fettreiche Kost geniessen, und erlaube nur die an Zucker und Stärkemehl armen Zugaben, als Kohl, Spinat u. dgl.

In der Fettsucht

Die Wahl der Nahrung bei der Fettsucht wird häufig vom Arzt verlangt.

Mageres Fleisch, trockenes, fettarmes Weizenbrod, und diese Alimente in geringer Quantität, etwa noch der Genuss eines leichten Bieres nebst viel Bewegung sind hier die einzigen rationellen Behelfe.

In der Uro-Lithiasis.

Von grosser Bedeutung ist hingegen die Nahrung bei der Lithiasis und finden sich in Heller's „Harnconcretionen“ schätzbare diätetische Winke für den Practiker.

Abgesehen von Harnsteinen, die zufällig etwa durch einen in die Blase gelangten fremden Körper entstanden sind, wo mit deren Entfernung auch die eigentliche Lithiasis abzuschliessen pflegt, theilen sich die verschiedenen Harnconcremente am passendsten in solche, die einer alcalischen, und solche, die einer aciden Therapie bedürfen.

Bei Concretionen aus Harnsäure, harnsauren Salzen, oxalsaurem Kalk, wäre die animalische Kost möglichst zu beschränken, dagegen vegetabilische Diät, mässiger Genuss von Bier und säuerlichem Wein zu empfehlen.

Bei Concretionen aus phosphorsaurer Ammoniakmagnesia, phosphorsaurem Kalk, kohlensaurem Kalk wird die Diät sich mehr nach den Allgemeinerscheinungen zu richten haben. Therapeutischen Nutzen gewähren hier vorzüglich die an Kohlensäure reichen Getränke, und

zwar wird am zweckmässigsten sogenanntes Sodawasser, d. i. Wasser mit eingepresster Kohlensäure, zu verordnen sein.

Zu hüten hat man sich vor allen Genussmitteln, die eine alkalische Reaction des Harns bewirken oder doch begünstigen.

In der Reconvalescenz.

Die Diät in der Reconvalescenz nach acuten Krankheiten beruht wesentlich in einem passenden Ersatz der durch den Krankheitsprocess verlorenen Körperbestandtheile. Bedenken wir nun, dass nach längerer Enthaltsamkeit die Verdauungsflüssigkeiten sparsamer abgeschieden werden, aber auch die plötzlich reichliche Nahrungszufuhr schädlich wirkt, so ergibt sich hieraus, dass anfänglich nur wenig, und erst allmählig steigend mehr Nahrung gewährt werden darf. Selbe muss leicht verdaulich und doch möglichst nahrhaft sein. Kalbsbröschen (Thymus), Hühnerfleisch, kräftige, nicht zu fette Fleischbrühen im weiteren Verlauf. Ragout's, Schinken, leichte grüne Gemüse, endlich zarterer Braten sind hier angezeigt. Von Weinen sind nur vorzügliche alte Sorten in geringer Menge zu gestatten. Moleschott erinnert hierbei an die Lehren Marotte's und Piorry's, einerseits wahren Hunger immer zu berücksichtigen, ohne hierbei vor Congestionen oder Dyspepsie zu erschrecken, anderseits Mangel an Esslust nicht mit wirklicher Verdauungsunfähigkeit zu identificiren, um zu verhüten, dass ein oder der andere Kranke an Inanition zu Grunde gehe.

Druck von J. B. Wallishausser in Wien.

Tabelle Nr. I.

Harn-Schemata.

n bedeutet normale Menge; + Vermehrung; — Verminderung.

Bestandtheile	Ausmittlung	Normal Harn enthält in 1000 Theilen	Fieber	Acute Exsudationsprozesse		Arthritis Rheumatismus Gicht	Albuminurie Nephritis organische Nierenleiden sympathische Nierenleiden	Blasenleiden idiopathische sympathische	Leberleiden	Diabetes mellitus	Hydruria	Nervenleiden	
				Exsudation	Resorption							Hirnleiden	Rückenmarkleiden
Specifisches Gewicht	Mittelst Araeometer oder Piknometer	1,021	1,021 bis 1,025	— bis +	meist —	+	bei Berücksichtigung des Albumingehaltes immer —	n bis —	schwankend	+ bis 1,060	1,001 bis 1,016	+	—
Reaction	Mittelst Lacmus- oder Curcumapapier	schwach sauer	sauer	sauer	schwach sauer oder alkalisch	stark sauer	meist sauer	alkalisch	sauer	sauer	schwankend	schwankend	meist alkalisch
Harnstoff	Auskrystallisiren mit: NO_5 oder C_2O_3 Fällung mit: HgO NO_5	24.21	+	+	schwankend	+	—	— oder zersetzt	schwankend	—	—	+	
Harnsäure	Ausfällen mit H Cl Murexydprobe	0.89		+	oft viel als Urat	+	—	n	schwankend	—	—	+	—
Chlorverbindungen	Käsige, klumpige Fällung im salpetersauren Harn mit AgO NO_5	5.90	n	sehr vermindert	normal bis +	n	n ausser in acuten Fällen — bis 0	n	n, in acuten Leiden sinkend auf 0	n reichlich	reichlich	n in acuten Fällen bis 0 vermindert	n in acuten Fällen bis 0 vermindert
Sulfate	Niederschlag mit Ba Cl im salzsauren Harn	4.13	+	+	n	n oder +	n	n	schwankend	schwankend	—	+	n
Erdphosphate	Fällung durch NH^3	0.65	schwankend	kaum normal	n	schwankend	—	n im Sediment zu finden	meistens —	—	—	+	—
Alkaliphosphate	Fällung des Filtrates von den Erdphosphaten durch NH_4 Cl hältige MgO SO_3	2.23	+	+	+	n oder +	n	n	n	n	—	+	+
Urophaein (Harnbraun)	Harn in concentrirte SO_3 eingetragen bräunt sich	Alkohol- u. Wasserextract 10,93	+	+	schwankend	meist +	n oder —	zersetzt	meist sehr +	—	—	+	—
Harnindigo	Mit PbO $\overline{A}$ gefällter und filtrirter Harn in H Cl eingetragen wird gelb bis blau		n	schwankend	etwas +	n	+	meist +	schwankend	+	etwas +	bisweilen +	stets +
Albumin	Gerinnung durch NO_5 Kochen	.	.	häufig	bisweilen	selten	schwankend	bisweilen auch bei reinem Blasenleiden	öfters	.	bisweilen kleine Mengen	öfters	öfters
Zucker	Trommer's / Heller's / Böttger's } Proben	.	.	.	.		.	.	öfters	reichlich	.	öfters	öfters
Uroërythrin	Fleischrothe Fällung im Harn auf Zusatz von PbO.$\overline{A}$	.	zugegen	häufig	.	meist reichlich	.	.	meist vorhanden	.	.	meist	.
Gallenfarbstoffe	Gelbe Bleifällung, Farbenwechsel mit rauchender NO_5	.	.	bisweilen	.	.	.	.	häufig	.	.	bisweilen	.
Gallensäuren	Pettenkofer's Purpur bei Zusatz von SO_3 und Zucker	.	.	.	.	.	.	.	in sehr schweren Fällen	.	.	.	.
Kohlensaures Ammon	Bläuung des Lacmus durch den Dampf beim Kochen	.	.	.	häufig	.	selten (Urämie)	reichlich	.	.	.	selten	häufig
Kohlensaures Natron	Harn wird beim Abdampfen immer stärker alkalisch	.	selten	.		.	.	.	.	.	.	meist reichlich	meist reichlich
Kohlensaurer Kalk	Mikroskop	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	meist reichlich	meist reichlich
Oxalsaurer Kalk	Mikroskop	.	.	.	.	bisweilen	.	.	.	.	.	.	
Eiter	Mikroskop Kaliprobe	.	.	nur in Nierenleiden	bisweilen	.	häufig	bei heftigem Blasencatarrh	.	.	.	.	.
Blut	Mikroskop Hämatinproben	.	.	.	.	.	häufig	bei heftigem Blasenleiden	.	.	.	.	.
Schleim, Epithelien	Mikroskop	sehr wenig	.	oft vermehrt	ziemlich viel	.	meist vorhanden	reichlich	.		.	.	.
Bellinische Cylinder	Mikroskop	.	.	bei M. Brigthii	bisweilen	.	häufig	.	.	.	.	.	.

(Theilweise Kletzinsky's Biochemie entlehnt.)

An Platinblech erhitzt ist eine Probe der gepulverten Substanz						
Verbrennlich	Ohne Flamme	Eine native Probe in NO^5 gelöst und nahe zur Trockene mit NH_3 behandelt, gibt eine purpurrothe Färbung. (Murexyd.)	Eine native Probe mit KO Lauge gesetzt gibt	kein Ammoniak, die entweichenden Dämpfe bläuen das feuchte rothe Lakmuspapier nicht		**Harnsäure**
				Ammoniak. Rothes Lakmuspapier wird gebläut		**Harnsaures Ammon**
		gibt kein Murexyd, ist in diluirter NO^5 ohne Brausen mit goldgelber Farbe löslich, wird durch Ammoniakdämpfe orange und ist in kohlensaurem KO unlöslich				**Xanthin**
	Mit Flamme	bläulich, matte Flamme, Geruch nach Schwefelfett, in NH_3 löslich, hieraus in sechsseitigen Tafeln kristallisiren				**Cystin**
		gelbe anhaltende Flamme, Geruch nach Benzoë und Schellack, in Aether und Alcohol löslich				**Urostealith**
		gelbe anhaltende Flamme, Geruch nach verbranntem Horn, in kaustischem KO löslich, hieraus durch $\overline{A}$ fällbar				**Fibrin**
Nicht verbrennlich	Das native Pulver mit conc. HCl behandelt	braust auf				**Kohlensaurer Kalk**
	braust nicht auf	Das behutsam erhitzte (verglimmte) native Pulver mit HCl behandelt:	braust auf			**Oxalsaurer Kalk**
			braust nicht; das native Pulver mit KO lauge behandelt, entwickelt	Kein NH_3; das Pulver ist in HCl, A löslich und fällt hieraus durch NH_3 amorph		$^3/_3$ **dreibas. phosphorsaurer Kalk**
				Ammoniak (wie oben gelöst fällt es durch NH_3 krystallinisch nieder)		**Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia**

(Heller: Harnconcretionen.)

Tabelle IV.

Vergleich

verschiedener Thermometerscalen.

Masse und Gewichte.

Celsius T⁰	Réaumur T⁰	Fahrenheit T⁰
— 20	— 16	— 4
— 10	— 8	+ 14
0	0	+ 32
+ 10	+ 8	+ 50
+ 20	+ 16	+ 68
+ 30	+ 24	+ 86
+ 40	+ 32	+ 104
+ 50	+ 40	+ 122
+ 60	+ 48	+ 140
+ 70	+ 56	+ 158
+ 80	+ 64	+ 176
+ 90	+ 72	+ 194
+ 100	+ 80	+ 212

1 Meter = 3,163 Wiener Fuss
1 Decimeter = 3,796 Wiener Zoll
1 Centimeter = 4,555 Wiener Linien
1 Millimeter = 0,455 Wiener Linien

1 Meter = 10 Decimeter — 10 Meter = 1 Dekomet.
1 Meter = 100 Centimet. — 100 Meter = 1 Hektomet.
1 Meter = 1000 Millimeter — 1000 Meter = 1 Kilometer

Das Gewicht eines Kubikcentimeter destillirten Wassers bei 4°C = 1 Gramm

1 Gramm = 10 Decigramm. — 10 Gramm = 1 Dekagramm.
1 Gramm = 100 Centigramm. — 100 Gramm = 1 Hektogramm.
1 Gramm = 1000 Milligramm. — 1000 Gramm = 1 Kilogramm.

1 Kubikdecimeter = 1 Liter = 0,707 W. M. = 2,827 W. Seitel
1 Liter destillirten Wassers bei 4°C wiegt 1 Kilogramm
1 Kilogramm = 2 Zollpfunden

1 Gramm = 13,714 Gramm Wiener Medizin. Gewicht

Wiener Medizin. Gewicht		Französisches Gewicht
1 Pfund	=	420,000 Gramm.
1 Unze	=	35,000 „
1 Drachme	=	4,375 „
1 Scrupel	=	1,458 „
1 Gran	=	0,073 „

Vomitus-Schemata.

Bestandtheile.	Sogenannt normaler Vomitus	Katarrhalischer Vomitus	Seröser Vomitus	Hämatemese	Cholera-Vomitus	Urämie-Vomitus	Bilióser Vomitus	Vomitus bei organischen Magenleiden.
Freie Magensäure	reichlich	etwas +	etwas —	etwas —	fast 0	etwas —	etwas —	etwas +
Chlorverbindungen	reichlich	etwas +	etwas +	etwas +	reichlich	reichlich	reichlich	etwas +
Schleim und Epithelien	reichlich	etwas +	etwas +	etwas +	wenig Schleim viel Epithel	reichlich	reichlich	etwas +
Eiweiss	.	.	Kleine Menge	viel	sehr wenig aber immer	selten	selten	oft
Gallenstoffe	.	bisweilen Farbstoffe	meist 0	meist 0	meist 0	selten	immer Farbstoffe bisweil. Gallensäuren	bisweilen
Harnstoff	.	.	.	.	Spuren	reichlich	.	.
Kohlensaure Alkalien	.	.	vorhanden	vorhanden	reichlich	fehlen	.	.
Ammoniumverbindungen	.	in Spuren	bisweilen	selten stets frisch	Spuren	reichlich	.	bisweilen bisweilen
Eiter	.	.	selten	.	.	.	.	Sarcina ventriculi
Blut	.	selten	selten	.	bisweilen	.	.	—
Pilze	.	.	.	.	.	.	.	
Wasser	reichlich	+	+	+	+	+	+	

(Kletzinsky's Biochemie.)

5.A.17.
Handbuch der physiologischen Ch1863
Countway Library BEB7695
3 2044 045 642 444

5.A.17.
Handbuch der physiologischen Ch1863
Countway Library BEB7695
3 2044 045 642 444